

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 472 888

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 31819**

(54) Récepteur-indicateur bivoie des systèmes radio à déphasage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 04 B 7/00; G 01 S 1/02.

(22) Date de dépôt 27 décembre 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° 27 du 3-7-1981.

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

(72) Invention de : Ivan Fedorovich Glumov, Viktor Petrovich Maiko, Valery Ivanovich Ziberov et
Nikolai Andreevich Yaroslavtsev.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

L'invention concerne les dispositifs radio pour mesurer la différence de phases, et plus particulièrement
5 un récepteur-indicateur bivoie de systèmes radio à déphasage.

La présente invention peut être utilisée pour la mesure de la différence de phases dans un champ dû aux émissions déphasées de systèmes de radionavigation tels que
10 "Poïsk" (URSS), "Toran" (France), "Lorak" (USA).

A l'heure actuelle, on connaît, d'après plusieurs publications scientifiques, des solutions concernant un appareillage qui tend à éléver la précision des systèmes de mesure faisant partie des systèmes de radionavigation.

15 La mise au point de méthodes numériques et de l'appareillage pour les mesures radio a permis d'approcher de la solution du problème visant à augmenter la précision des systèmes de mesure.

Les systèmes à oscillateur local à déphasage avec
20 émission de signaux non cohérente sont caractérisés par une faible stabilité des fréquences émises par les stations terrestres. A ces systèmes se rapportent les systèmes "Poïsk" (URSS), "Toran" (France), "Lorak" (USA). Par suite d'une faible stabilité de la fréquence émise par ces
25 systèmes radio, il y est très difficile d'utiliser une structure de mesure numérique parce qu'on doit prévoir, dans la mesure, des dispositifs compliqués de recopie du signal. Une solution technique plus simple réside dans la création de systèmes asservis électromécaniques qui mesurent
30 la différence de phase des signaux dans le cadre d'un système radio. Les phasemètres compensateurs utilisant les systèmes électromécaniques sont largement répandus.
Ces phasemètres peuvent fonctionner dans les systèmes radio ayant une faible stabilité de fréquences émises par les
35 stations terrestres. Pourtant, la précision et la fiabilité

des mesures de ces systèmes de mesure sont faibles et dépendent des caractéristiques des ensembles mécaniques tels que démultiplificateurs, pignons, transmissions à dents et à vis sans fin.

5 Un problème difficile à résoudre est l'introduction directe de l'information du système de mesure dans l'ordinateur qui dépouille l'information de navigation. La présence de convertisseurs auxiliaires du type mécanique fait encore baisser la précision de mesure pour la valeur du
10 paramètre de navigation.

Il existe un dispositif récepteur mobile du système de radionavigation à déphasage "Lorak" qui comporte : des récepteurs et un bloc d'indicateurs du type phasemètre asservi compensateur utilisant un déphaseur constitué par un
15 selsyn : un moteur ; un détecteur de phase ; et une transmission mécanique. L'ordinateur reçoit les valeurs du paramètre de radionavigation par l'intermédiaire d'un convertisseur signal analogique-code numérique.

Le dispositif récepteur décrit permet de mesurer
20 la différence de phases dans le cadre des systèmes radio à faible stabilité de fréquences des stations terrestres, tout en tenant compte de la présence des ensembles mécaniques la précision des mesures étant faible.

On connaît un récepteur-indicateur qui comporte
25 un bloc d'entrée branché sur une antenne, et dont la sortie est branchée sur les entrées d'amplificateurs haute fréquence, la sortie desquels est reliée à des amplificateurs de fréquence intermédiaire à travers des mélangeurs.

D'autres entrées des mélangeurs sont branchées sur un bloc
30 de formation des fréquences locales et les sorties des amplificateurs de la fréquence intermédiaire sont branchées, à travers un commutateur, sur les premières entrées des systèmes d'asservissement lecteurs dont les deuxièmes entrées sont reliées aux sorties d'un synchronisateur.
35 L'entrée du synchronisateur est branchée sur le bloc de formation des fréquences locales. Les sorties des systèmes d'asservissement lecteurs sont électriquement reliées, à

travers le commutateur, aux entrées des phasemètres.

Le récepteur-indicateur numérique décrit permet d'effectuer des mesures précises parce qu'il est réalisé à base d'une structure de mesure numérique. Pourtant, les 5 mesures ne sont possibles que pour des fréquences bien déterminées, à haute stabilité d'émission depuis des stations terrestres faisant partie du système de radionavigation. L'utilisation d'une telle structure de mesure pour mesurer la différence de phases des signaux de stations terrestres à 10 faible stabilité des fréquences émises aboutirait à d'importantes erreurs de mesure.

On connaît également un récepteur-indicateur bivoie pour systèmes radio à déphasage qui comporte trois dispositifs récepteurs,

- 15 dont deux, réglés sur les fréquences respectivement des premières stations pilotée et pilote et des deuxièmes stations pilotée et pilote, sont branchés sur l'entrée d'un premier conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote et sur l'entrée d'un deuxième conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote,
- 20 et dont le troisième, réglé sur la fréquence d'une station de retransmission du système radio, est branché sur l'entrée d'un troisième conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote, et sur l'entrée d'un quatrième conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations
- 25 30 pilotée et pilote, les sorties des premier et troisième conformateurs de signaux électriques étant branchées sur les entrées d'un premier phasmètre asservi et les sorties des deuxième et quatrième conformateurs de signaux électriques, sur les entrées d'un deuxième phasmètre asservi.
- 35 Dans cet indicateur-récepteur, les premier et deuxième phasemètres mesurant la différence de phases se présentent sous la forme de systèmes asservis compensateurs

électromécaniques. L'élément de mesure du système asservi est un déphaseur. Le système asservi électromécanique comporte un détecteur de phase relié électriquement à un moteur et un déphaseur reliés mécaniquement. Un signal d'écart fourni par 5 la sortie du détecteur de phase commande le moteur qui fait tourner le rotor du déphaseur jusqu'à la suppression du signal d'écart. L'angle de rotation du déphaseur permet la lecture de la différence de phases.

Le récepteur-indicateur décrit ci-dessus a une faible 10 fiabilité et précision par suite de la présence d'ensembles mécaniques compliqués tels que démultiplificateurs, moteurs, déphaseurs faisant partie des systèmes électromécaniques.

L'invention vise un récepteur-indicateur bivoie pour systèmes radio à déphasage dans lequel l'élargissement de 15 la gamme de fréquences de mesure permettrait d'élever la précision des mesures des phases à faible stabilité des fréquences des stations terrestres du système radio.

Selon l'invention le récepteur-indicateur bivoie de systèmes radio à déphasage comporte trois dispositifs récepteurs 20 dont deux, réglés sur les fréquences, respectivement, des premières stations pilotée et pilote et des deuxièmes stations pilotée et pilote, sont branchés sur l'entrée d'un premier conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée 25 et pilote et sur l'entrée d'un deuxième conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote, et dont le troisième, réglé sur la fréquence d'une station de retransmission du système radio, est branché sur l'entrée d'un troisième 30 conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote et sur l'entrée d'un quatrième conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote, les sorties 35 des premier et troisième conformateurs de signaux électriques étant branchées sur les entrées d'un premier phasemètre asservi et les sorties des deuxième et quatrième conformateurs

de signaux électriques étant branchées sur les entrées d'un deuxième phasemètre asservi, et il est caractérisé en ce qu'il comporte, d'une part, deux blocs numériques de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques dont l'une des entrées est branchée sur la sortie des premier et deuxième conformateurs de signaux électriques, et dont la sortie est branchée sur l'entrée de phasemètres asservis numériques, et, d'autre part, un générateur d'impulsions de comptage dont la sortie est branchée sur d'autres entrées des blocs numériques de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques.

Il est avantageux de munir chaque bloc numérique de commande automatique et de multiplication de fréquence d'un premier compteur d'impulsions, d'un circuit de comparaison dont la première entrée est branchée sur la sortie du premier compteur d'impulsions et dont la sortie est branchée sur l'entrée de remise à zéro de ce compteur d'impulsions, d'un deuxième compteur d'impulsions dont l'entrée est branchée sur la sortie du circuit de comparaison, et d'un compteur d'impulsions bidirectionnel dont l'entrée d'addition est branchée sur la sortie du deuxième compteur d'impulsions et dont la sortie est branchée sur la deuxième entrée du circuit de comparaison.

Le récepteur indicateur bivoie du système radio-technique à déphasage proposé permet de réaliser une mesure précise de la différence de fréquences dans une large gamme de fréquences mesurées, ce qui permet de l'utiliser dans le cadre des systèmes radio à émission non cohérente à déphasage avec une faible stabilité des fréquences des stations terrestres du système radio.

La présente invention ressortira de la description ultérieure des exemples concrets de son exécution schématisés sur les dessins annexés dont :

la figure 1 représente le schéma synoptique d'un récepteur-indicateur bivoie de systèmes radio à déphasage, selon l'invention ;

la figure 2 représente le schéma structural du récepteur-indicateur, selon l'invention.

Le récepteur-indicateur bivoie de systèmes radio à déphasage est destiné à être utilisé dans un système radio
5 à déphasage à fréquence locale non cohérente.

Le récepteur-indicateur comporte des premier, deuxième et troisième dispositifs récepteurs 1 (figure 1), 2, 3 branchés sur une antenne 4. Les trois dispositifs récepteurs 1, 2, 3 sont réalisés de la même façon. Les premier 10 et deuxième dispositifs récepteurs 1, 2 sont réglés sur les fréquences de premières stations pilotée et pilote et de deuxièmes stations pilotée et pilote, du système radio (non montrées sur le dessin). Le troisième dispositif récepteur 3 est réglé sur la fréquence d'une station de retransmission du système radio (non montrée sur le dessin).

Le récepteur-indicateur comporte également un premier, un deuxième, un troisième et un quatrième conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8 à montages identiques. Les premier et deuxième conformateurs de signaux électriques 5, 6 sont, respectivement, branchés sur les sorties du premier et du deuxième dispositifs récepteurs 1, 2 et les entrées des troisième et quatrièmes conformateurs de signaux électriques 7, 8 sont branchées sur la sortie du troisième dispositif récepteur 3. Les premier et troisième conformateurs 20 de signaux électriques 5, 7 produisent les impulsions avec la fréquence de répétition correspondant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote du système radio. Les deuxième et quatrième conformateurs de signaux électriques 6, 8 produisent les impulsions 25 avec la fréquence de répétition correspondant à la fréquence de battements entre les deuxième stations pilotée et pilote du système radio.

Le récepteur-indicateur comporte également un premier et un deuxième phasemètres numériques asservis 9, 10 30 réalisés d'après le même schéma. Les entrées du premier phasemètre asservi 9 sont branchées sur le premier et le troisième conformateurs de signaux électriques 5, 7 et les entrées du deuxième phasemètre asservi 10 sont branchées sur

le deuxième et le quatrième conformateurs 6, 8.

Un premier et un deuxième blocs numériques 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques du récepteurs-indicateurs proposé 5 sont branchés sur les sorties du premier et du deuxième conformateurs de signaux électriques 5, 6, respectivement, et les sorties des blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence sont branchées sur les entrées du premier et du deuxième phasemètres asservis 9, 10 , respectivement. Sur les deuxièmes entrées des blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence on branche un générateur d'impulsions de comptage 13.

Dans le récepteur-indicateur décrit, chaque dispositif récepteur 1, 2, 3 comporte, mis en série, un amplificateur 15 haute fréquence 14 (figure 2), un mélangeur 15, un amplificateur de fréquence intermédiaire 16 et un détecteur d'amplitude 17. Sur l'entrée du mélangeur 15 on branche un oscillateur local 18.

Comme on l'a déjà dit, les conformateurs de signaux 20 électriques 5, 6, 7, 8 sont réalisés d'après le même schéma et comportent chacun, mis en série, un filtre passe-bas 19, un amplificateur-limiteur 20, un circuit logique "ET" 21 et un compteur d'impulsions 22, alors que la sortie de l'amplificateur-limiteur 20 est également branchée sur la 25 sortie de remise à zéro du compteur d'impulsions 22.

En cas d'une telle exécution des conformateurs 5, 6, 7, 8, le générateur d'impulsions de comptage 13 est branché sur la deuxième entrée du circuit logique "ET" 21 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8.

30 La sortie de chaque conformateur de signaux électriques 5, 6, 7, 8 constitue la sortie des compteurs 22.

Les phasemètres numériques asservis 9, 10 comportent chacun (sur la figure 2 n'est représenté que le schéma du phasmètre 9) un élément de commutation 23 dont la sortie est 35 branchée sur une entrée d'un compteur d'impulsions 24.

La sortie du compteur d'impulsions 24 est branchée à travers un décodeur 25 sur les premières et deuxièmes entrées

d'éléments de commutation 26, 27. Les sorties des éléments de commutation 26, 27 sont branchées sur les entrées d'un compteur bidirectionnel 28. Une sortie du compteur bidirectionnel 28 est branchée sur la première entrée de l'élément 5 de commutation 23 et l'autre sortie du compteur bidirectionnel 28 est branchée sur l'entrée d'un compteur bidirectionnel 29. Les troisièmes entrées de l'élément de commutation 26 et de l'élément de commutation 27 des phasemètres numériques asservis 9, 10 constituent les entrées de ces phasemètres asservis 9, 10 et sont branchées sur les sorties des conformateurs 7, 8, respectivement, c'est-à-dire à la sortie des compteurs d'impulsions 22. La deuxième entrée de l'élément de commutation 23 des phasemètres asservis 9, 10 est branchée sur la sortie des conformateurs de signaux électriques 9, 10, respectivement, 15 c'est-à-dire, à la sortie des compteurs 22.

Le premier et le deuxième blocs numériques 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence comportent chacun (sur la figure 2 n'est représenté que le schéma du bloc 11) un premier compteur d'impulsions 30, un 20 circuit de comparaison 31 dont la première entrée est branchée sur la sortie du premier compteur d'impulsion 30 et dont la sortie est branchée sur l'entrée de remise à zéro du premier compteur d'impulsions 30. Les blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des 25 signaux électriques comportent également un compteur d'impulsions 32 dont l'entrée est branchée sur la sortie du circuit de comparaison 31 et un compteur d'impulsions bidirectionnel 33 dont l'entrée d'addition est branchée sur la sortie du deuxième compteur d'impulsions 32 et dont la sortie est 30 branchée sur la deuxième entrée du circuit de comparaison 31. L'entrée de comptage du compteur d'impulsions 30 sert d'entrée des blocs numériques 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques et est branchée sur la sortie du générateur d'impulsions de compage 35 13, alors que l'entrée de soustraction du compteur d'impulsions bidirectionnel 33 des blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux

électriques sert d'entrée à ces blocs 11, 12 et est branchée sur la sortie du premier et du deuxième conformateurs de signaux électriques 5, 6, respectivement.

Le récepteur-indicateur de systèmes radio à déphasage 5 fonctionne de la façon suivante.

Par l'antenne 4, les signaux de stations émettrices du système radio à fréquence locale non cohérente à déphasage sont amenés aux entrées des dispositifs récepteurs 1 (figure 1), 2, 3. Les sorties du premier et du deuxième 10 dispositifs récepteurs 1, 2 délivrent un signal électrique qui contient les composantes fréquentielles respectivement égales à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote et à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote du système 15 radio.

La sortie du troisième dispositif récepteur 3 délivre un signal électrique qui contient les composantes fréquentielles égales tant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote qu'à la fréquence de 20 battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote du système radio.

Les signaux électriques fournis par les sorties des dispositifs récepteurs 1, 2, 3 attaquent les entrées des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8 respectifs. 25 En ce cas, les sorties du premier et du troisième conformateurs de signaux électriques 5, 7 fournissent des impulsions à la fréquence de répétition correspondant à la fréquence de battement entre les premières stations pilotée et pilote du système radio, alors que les conformateurs de signaux 30 électriques 6, 8 délivrent les impulsions à la fréquence de répétition correspondant à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote du système radio.

Le phasemètre asservi 9 (10) branché sur les sorties des conformateurs 5, 6, 7, 8 respectifs mesure la 35 différence de phase entre les signaux produits par le premier et le troisième (deuxième et quatrième) conformateurs de signaux électriques 5, 7 (6, 8).

Le bloc numérique 11 (12) de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques délivre les signaux à la fréquence N fois plus grande que la fréquence à la sortie du conformateur 5 (7) où N est la base du système 5 d'unités de mesure. La multiplication de la fréquence des signaux électriques réalisée par le bloc 11 (12) de commande automatique permet d'obtenir une lecture numérique des indications du phasemètre asservi 9 (10) dans le système d'unités de mesure choisie.

10 Le bloc 11 (12) de commande automatique et de multiplication de fréquence règle également la fréquence du générateur d'impulsions de comptage 13 sur la fréquence des signaux mesurés.

Une telle solution constructive permet de réaliser 15 les mesures très précises de la différence de phases dans une large gamme de fréquences des signaux mesurés ce qui assure une mesure à haute précision dans les systèmes radio à fréquence locale à déphasage avec une faible stabilité des fréquences émises.

20 On décrira ci-après et d'une façon plus détaillée le fonctionnement du récepteur indicateur et de ses éléments constitutifs conformément à la figure 2.

Par l'antenne 4, les signaux des stations émettrices du système radio à déphasage à fréquence locale 25 non cohérente sont amenés aux entrées des amplificateurs de haute fréquence 14 des dispositifs récepteurs 1, 2, 3 qui amplifient le signal d'entrée. Ensuite, le signal attaque les mélangeurs 15 des dispositifs récepteurs 1, 2, 3 où se forme une fréquence intermédiaire égale à la différence de 30 fréquences à la sortie de l'amplificateur de haute fréquence 14 des dispositifs récepteurs 1, 2, 3 et de fréquences de l'oscillateur local 18 des dispositifs récepteurs 1, 2, 3. A la sortie des amplificateurs de fréquence intermédiaire 16 des dispositifs récepteur 1, 2, 3 se forme le premier 35 harmonique des signaux disponibles à la sortie du mélangeur 15 des dispositifs récepteurs 1, 2, 3.

La sortie du détecteur d'amplitude 17 du premier

dispositif récepteur 1 délivre un signal électrique dont la fréquence correspond à la fréquence de battements entre les fréquences des premières stations pilotée et pilote du système radio, alors que la sortie du détecteur d'amplitude 5 17 du deuxième dispositif récepteur 2 délivre un signal électrique dont la fréquence correspond à la fréquence de battements entre les fréquences des deuxièmes stations pilotée et pilote du système radio.

La sortie du détecteur d'amplitude 17 du troisième dispositif récepteur 3 délivre un signal électrique qui contient les composantes fréquentielles égales tant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote qu'à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote du système radio.

15 Le filtre passe-bas 19 du premier et du troisième conformateurs de signaux électriques 5, 7 fournit le premier harmonique des oscillations basse fréquence à la fréquence correspondant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote du système radio. Le filtre passe-bas 19 des deuxième et quatrième conformateurs de signaux électriques 6, 8 dégage le premier harmonique des oscillations basse fréquence avec la fréquence correspondant à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote du système radio. Les amplificateurs-limiteurs 20 20 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8 délivrent des signaux rectangulaires de fréquence respective qui attaquent l'entrée du circuit logique "ET" 21 des conformateurs des signaux électriques 5, 6, 7, 8. Le circuit logique "ET" 21 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8 laisse 25 passer durant l'alternance positive les impulsions de comptage du générateur 13 vers le compteur d'impulsions 22 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8.

30 Chaque saut du flanc avant par suite de la fluctuation du signal, produit par l'amplificateur-limiteur 20 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8, met à zéro le compteur d'impulsions 22 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8 sans lui permettre de compter

les impulsions de comptage du générateur 13 jusqu'à la valeur de débordement de ce compteur d'impulsions 22 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8. C'est seulement après le dernier flanc du signal en fluctuation, que commence 5 le comptage stable des impulsions de comptage, venant du générateur d'impulsions de comptage 13 jusqu'à la valeur de débordement du compteur 22 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8. Ainsi, la sortie du compteur d'impulsions 22 des conformateurs de signaux électriques 5, 6, 7, 8 10 fournit une fois par période une impulsion de débordement correspondant au flanc avant du signal qui n'est pas soumis à la fluctuation.

Les blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques assurent un 15 asservissement continu de la fréquence du signal à mesurer en élargissant ainsi la gamme de fréquences dans lesquelles on mesure la différence de phases des signaux électriques.

Grâce à la réaction entre le circuit de comparaison 31 et le compteur bidirectionnel 33, pour le régime dynamique 20 sera juste l'égalité du nombre moyen d'impulsions attaquant les entrées d'addition et de soustraction du compteur d'impulsions bidirectionnel 33 du bloc 11, 12, de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques.

25 Le nombre K d'impulsions durant le temps t sur l'entrée de soustraction du compteur d'impulsions bidirectionnel 33 du bloc 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques est déterminé par l'expression :

$$30 \quad R = \Delta f t, \text{ dans laquelle}$$

Δf est la fréquence de battements produite par l'émission d'une paire de stations pilotée et pilote du système radio.

35 Le nombre d'impulsions électriques sur l'entrée d'addition du compteur bidirectionnel 33 des blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques est déterminé par l'expression :

$$K = f_2 / nN, \text{ dans laquelle}$$

f_2 est la fréquence de répétition des impulsions de comptage du générateur d'impulsions de comptage 13 ;
 n est le contenu du compteur d'impulsions bidirectionnel 33
 5 égal au facteur de division du compteur d'impulsions 32 des blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques ;
 N est la base du système d'unités de mesure de la différence de phases égale à la capacité du compteur d'impulsions 32
 10 du bloc 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques.

Lorsque $f_2/n = \Delta fN$, les deux entrées du compteur bidirectionnel 33 des blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence sont attaquées par un nombre 15 égal d'impulsions ; dans ce cas, le contenu du compteur bidirectionnel 33 ne change pas et la sortie du circuit de comparaison 31 des blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques dégagent les impulsions à la fréquence ΔfN .

20 La largeur de la bande de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques dont la différence de phases est mesurée n'est définie que par les paramètres suivants : capacité du compteur d'impulsions bidirectionnel 33 ; capacité du compteur d'impulsions 30 des 25 blocs 11, 12 de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques ; et fréquence du générateur d'impulsions de comptage 13. Cette différence de phases peut avoir une valeur infiniment grande au choix des paramètres adéquats.

30 L'impulsions formée à la sortie du conformateur de signaux électriques 5 (6) rend conducteur l'élément de commutation 23 du phasemètre numérique asservis 9 (10) en enregistrant dans le compteur d'impulsions 24 du phasemètre numérique asservis 9 (10) la valeur du compteur d'impulsions 35 bidirectionnel 28 de ce phasemètre numérique asservis 9 (10). Après le réglage de la valeur initiale dans le compteur 24 du phasemètre numérique asservi 9 (10), commence le comptage

des impulsions fournies par la sortie du circuit de comparaison 31 du bloc 11 (12) de commande automatique et de multiplication de fréquence des signaux électriques.

Le compteur d'impulsions 24 des phasemètres numériques

- 5 asservis 9 (10) compte le nombre d'impulsions égale à la valeur du complément jusqu'à la différence de phases ($1 - a$), où a est la valeur correspondant à la valeur de la différence de phases en fractions de la période, après quoi l'impulsion délivrée par la sortie du conformateur de signaux électriques
- 10 7, (8) attaque l'entrée des éléments de commutation 26 et 27 du phasmètre numérique asservi 9 (10) et, en fonction de l'élément de commutation qui conduit, arrive soit sur l'entrée d'addition, soit sur l'entrée de soustraction du compteur bidirectionnel 28 du phasmètre numérique asservi 9 (10). Si, à la valeur de la différence de phases, correspond une lecture aléatoire 1 du compteur d'impulsions bidirectionnel 28 du phasmètre numérique asservi 9 (10), l'impulsion qui débloque l'élément de commutation 23 du phasmètre numérique asservi 9 (10) enregistre la valeur ℓ dans le compteur 24
- 15 du phasmètre numérique asservi 9 (10) ; ensuite on compte le nombre r d'impulsions correspondant à la valeur du complément jusqu'à la différence de phases. L'état du compteur d'impulsions 24 du phasmètre numérique asservi 9 (10) à la fin du comptage - c'est-à-dire au moment de l'arrivée de
- 20 l'impulsion depuis la sortie du conformateur de signaux électriques 7 (8) - est égal à : $\ell + r = N$.
- 25

Dans ce cas, le décodeur 25 du phasmètre numérique asservi 9 (10) forme une impulsion qui bloque les éléments de commutation 26 et 27 des phasemètres numériques

- 30 asservis 9 (10). L'état du compteur bidirectionnel 28 du phasmètre numérique asservi 9 (10) ne varie pas en ce cas.

Si la valeur du compteur bidirectionnel 28 du phasmètre numérique asservi 9 (10) est supérieure à la valeur de la différence de phases à mesurer, la valeur $(\ell + r)$ du compteur 24 du phasmètre numérique asservi 9 (10) au moment de l'arrivée de l'impulsion fournie par la sortie du conformateur de signaux électriques 7 (8), est

alors égale à m , où $m < 0,5N$. Dans ce cas, le décodeur 25 du phasemètre numérique asservi 9 (10) délivre un potentiel qui autorise le passage des impulsions depuis la sortie du conformateur de signaux électriques 7 (8) par l'élément 5 de commutation 26 du phasemètre numérique asservi 9 (10), vers l'entrée de soustraction du compteur bidirectionnel 28 du phasemètre numérique asservi 9 (10), en diminuant la valeur contenue dans ledit compteur jusqu'à ce que la lecture corresponde à la valeur de la différence de phases à mesurer.

10 Le fonctionnement du phasemètre numérique asservi 9 (10) est analogue pour des valeurs initiales du compteur bidirectionnel 28 inférieures à la valeur de la différence de phases à mesurer.

15 Le compteur bidirectionnel 29 du phasemètre numérique asservi 9 (10) enregistre les impulsions de débordement du compteur bidirectionnel 28 du phasemètre numérique asservi 9 (10) et sert à compter les cycles complets de déphasage.

Dans ces conditions, le phasemètre numérique
20 d'asservissement 9 (10) décrit assure l'asservissement de la différence de phases à mesurer avec une vitesse imposée par la fréquence des signaux à mesurer. L'asservissement de la différence de phases à mesurer se fait d'après la voie la plus courte.

25 Le phasemètre numérique asservi 9 (10) mesure la différence de phases dans les limites d'un seul chenal de phase et enregistre le nombre de chenaux précis mesurés (cycles complets de phases) en calculant ainsi le numéro du chenal précis.

30 Le récepteur-indicateur bivoie des systèmes radio-techniques décrit permet de mesurer avec une haute précision la différence de phases dans une large gamme de fréquences à mesurer en assurant les mesures précises aux faibles stabilités des fréquences émises des stations terrestres du 35 système radio.

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 5 particulièrement envisagés ; elle en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

REVENDICATIONS

1. Récepteur-indicateur bivoie des systèmes radio qui comporte trois dispositifs récepteurs dont deux, réglés sur les fréquences, respectivement, d'une première station pilotée, d'une première station pilote et de deuxièmes stations pilotée et pilote, sont branchés sur l'entrée d'un premier conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote et sur l'entrée d'un deuxième conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote, et dont le troisième, réglé sur la fréquence d'une station de retransmission du système radio, est branché sur l'entrée d'un troisième conformateur de signaux électriques correspondant à la fréquence de battements entre les premières stations pilotée et pilote et sur l'entrée d'un quatrième conformateur des signaux électriques traduisant la fréquence de battements entre les deuxièmes stations pilotée et pilote, les sorties des premier et troisième conformateurs de signaux électriques étant branchées sur les entrées d'un premier phasemètre asservi et les sorties des deuxième et quatrième conformateurs de signaux électriques étant branchées sur les entrées d'un deuxième phasemètre asservi, caractérisé en ce qu'il comporte, d'une part, deux blocs numériques de commande automatique et de multiplication de la fréquence des signaux électriques dont l'une des entrées est branchée sur la sortie des premier et deuxième conformateurs de signaux électriques, et dont la sortie est branchée sur l'entrée des phasemètres asservis numériques, et, d'autre part un générateur d'impulsions de comptage dont la sortie est branchée sur d'autres entrées des blocs numériques de commande automatique et de multiplication de la fréquence des signaux électriques.

2. Récepteur-indicateur, selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque bloc numérique de commande automatique et de multiplication de la fréquence des signaux électriques comporte un premier compteur d'impulsions, un circuit de comparaison dont la première entrée est branchée

sur la sortie du premier compteur d'impulsions et dont la sortie est branchée sur l'entrée de remise à zéro de ce compteur d'impulsions, un deuxième compteur d'impulsions dont l'entrée est branchée sur la sortie du circuit de 5 comparaison, et un compteur d'impulsions bidirectionnel dont l'entrée d'addition est branchée sur la sortie du deuxième compteur d'impulsions et dont la sortie est branchée sur la deuxième entrée du circuit de comparaison.

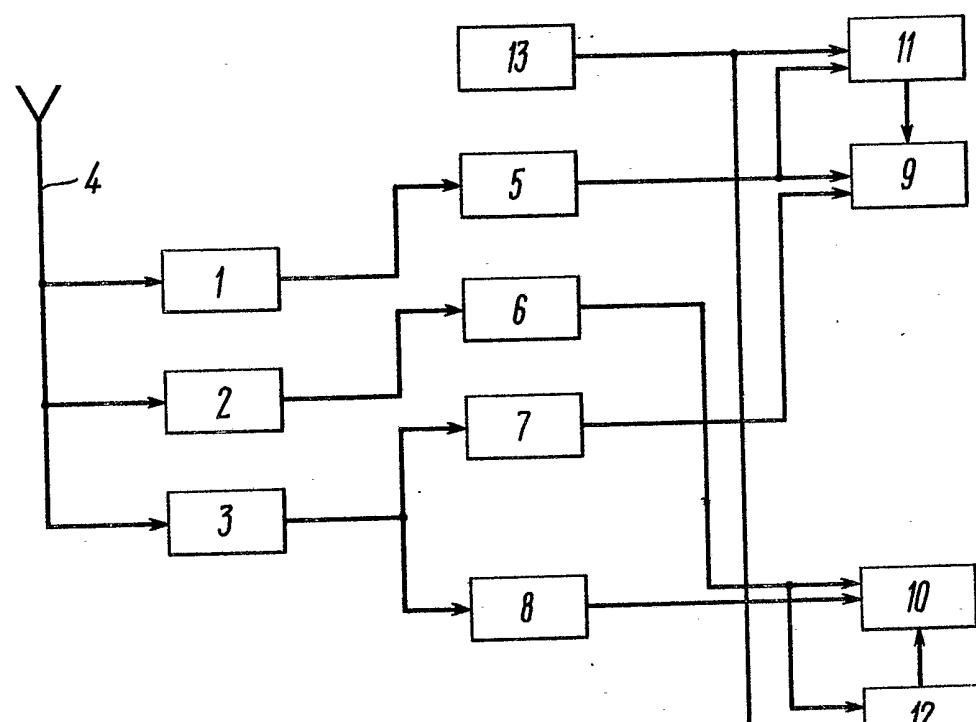


FIG. 1

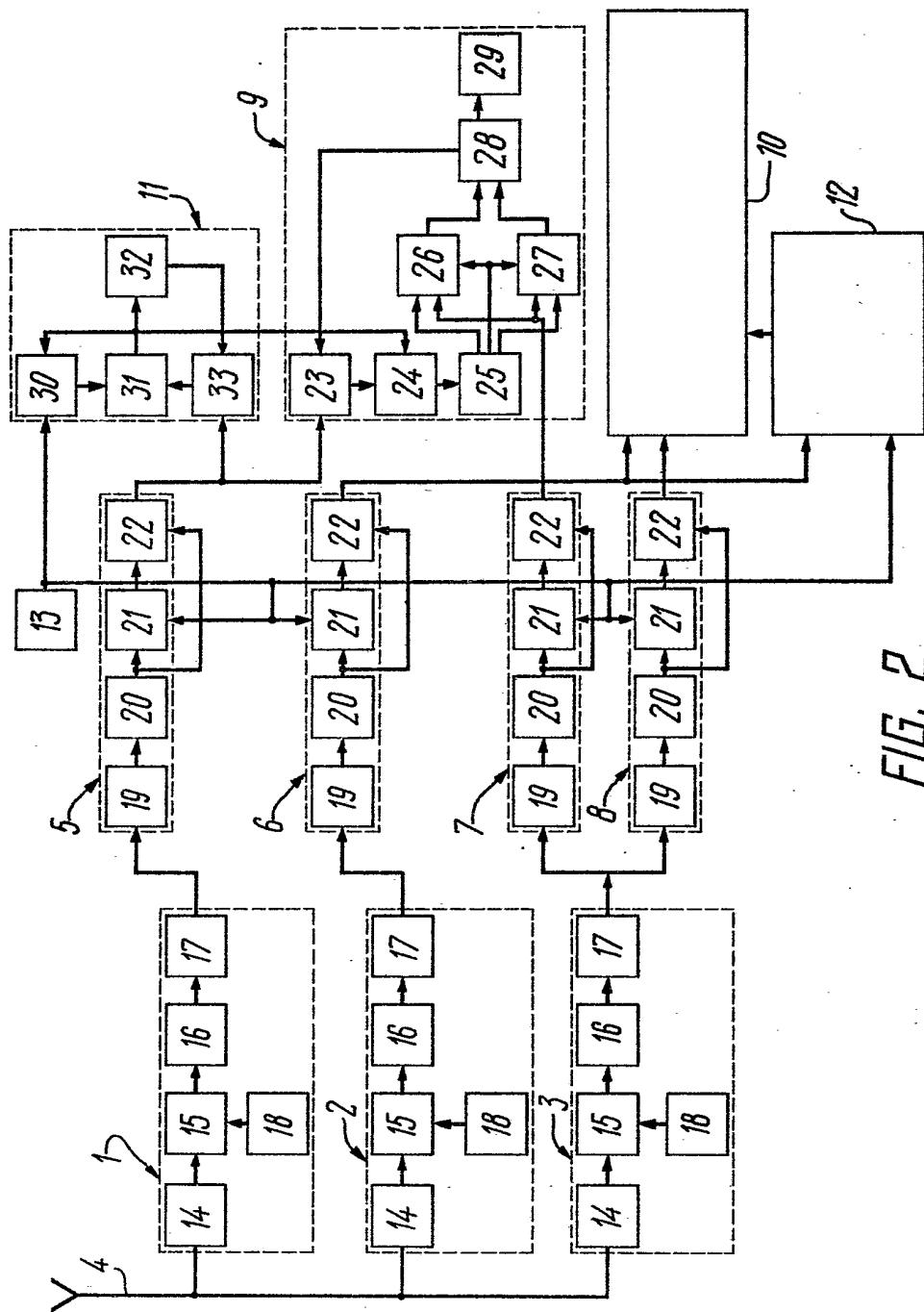


FIG. 2