

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 82 09453**

---

⑮ Dispositif de stabilisation de la phase haute fréquence d'un émetteur du type VOR conventionnel.

⑯ Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 01 S 3/58; H 04 B 7/01.

⑰ Date de dépôt ..... 28 mai 1982.

⑱ ⑳ ㉑ Priorité revendiquée :

㉒ Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 48 du 2-12-1983.

---

㉓ Déposant : Société dite : THOMSON-CSF. — FR.

㉔ Invention de : Alain Grousseau, Christian Marlier et Michel Guitard.

㉕ Titulaire :

㉖ Mandataire : Guilguet, Thomson-CSF,  
SCPI, 173, bd Haussmann, 75379 Paris Cedex 08.

DISPOSITIF DE STABILISATION DE LA PHASE  
HAUTE FREQUENCE D'UN EMETTEUR  
DU TYPE VOR CONVENTIONNEL

La présente invention concerne un dispositif de stabilisation de la phase haute fréquence d'un émetteur du type VOR conventionnel.

Un système VOR est une station d'émission sol destinée à fournir à un aéronef, équipé d'un récepteur approprié, une information de relèvement par rapport à cet émetteur au sol, dont la position géographique est connue, c'est-à-dire son azimut  $\Theta$  par rapport au nord magnétique de l'emplacement de l'émetteur sol. De tels systèmes VOR jalonnent les routes aériennes de chaque pays de façon à en assurer une couverture radioélectrique relativement sûre et fiable, imposée par l'accroissement du trafic aérien et du nombre des routes aériennes.

De façon générale, un système VOR fait correspondre à l'angle d'azimut  $\Theta$  de l'aéronef par rapport au nord magnétique de l'emplacement de l'émetteur sol, la différence de phase basse fréquence existant entre deux signaux sinusoïdaux à la fréquence 30Hz l'un dit de référence et l'autre dit variable, qui modulent une fréquence porteuse très haute fréquence. Pour cela, les antennes constituant le système VOR rayonnent deux signaux :

- un signal de "référence", rayonné omnidirectionnellement, constitué par une onde porteuse très haute fréquence (pulsation  $\omega$ ) modulée en amplitude par une sous porteuse à 9960Hz (pulsation  $\Omega$ ) elle-même modulée en fréquence par un signal sinusoïdal 30Hz REF (pulsation  $\Omega$  dit de référence).

- un signal "variable" rayonné suivant un diagramme cardioidal tournant à 30 tours par seconde et dont l'enveloppe basse fréquence a une phase caractéristique de l'azimut  $\Theta$ .

Ces deux signaux se combinent dans l'espace pour donner le signal VOR complet, dont l'expression mathématique est la suivante :

$$V = V_0 \sin \omega t \left[ 1 + m_1 \cos (\Omega t - \theta) + m_2 \cos (\Omega t + k \sin \Omega t) \right].$$

Ce signal, généré par l'émetteur VOR conventionnel, se décompose en une porteuse modulée en amplitude :

$$P = V_0 \sin \omega t \left[ 1 + m_2 \cos (\Omega t + k \sin \Omega t) \right]$$

5 et en bandes latérales :

$$\begin{aligned} B &= m_1 V_0 \sin \omega t \cos (\Omega t - \theta) \\ &= m_1 V_0 \sin \omega t \left[ \cos \Omega t \cdot \cos \theta + \sin \Omega t \cdot \sin \theta \right] \end{aligned}$$

Cette dernière expression mathématique montre bien qu'il s'agit de deux paires de bandes latérales :

$$15 \quad B_C = m_1 V_0 \sin \omega t \cos \Omega t$$

$$B_S = m_1 V_0 \sin \omega t \sin \Omega t$$

respectivement émises par deux antennes ayant comme diagrammes en azimut des lobes en  $\cos \theta$  et  $\sin \theta$ .

Un des systèmes d'émission utilisés actuellement est représenté sur le schéma de la figure 1. Dans ce système, les bandes latérales sont amplifiées indépendamment l'une de l'autre. Un oscillateur à quartz 100 délivre un signal de fréquence pure  $F_p = 30\text{Hz}$  qui passe dans un mélangeur 101 pour y être modulé par un signal de modulation  $S_M$ . Ainsi modulé, ce signal est ensuite amplifié dans un circuit amplificateur HF 102, pour devenir le signal de l'onde porteuse P de l'émetteur VOR. Un modulateur en anneau 1 reçoit d'une part un échantillon, prélevé au moyen d'un coupleur 103, de l'onde porteuse  $P = m_1 V_0 \sin \omega t$ ,  $\omega$  étant la pulsation de l'onde porteuse, et d'autre part un signal basse fréquence, de pulsation  $\Omega$ , délivré par une horloge 2, à 30Hz. A sa sortie, le modulateur

25 délivre le produit de ces deux signaux :

$b_s = m_1 V_0 \sin \omega t \cdot \sin \Omega t$  qui contient les deux bandes latérales, de fréquence  $\omega - \Omega$  et  $\omega + \Omega$  puisque :

$$\sin \omega t \sin \Omega t = \frac{1}{2} \left[ \cos (\omega - \Omega) t - \cos (\omega + \Omega) t \right]$$

30 Un second modulateur en anneau 4, effectue le produit du signal  $\cos \omega t$ , échantillon de l'onde porteuse décalé de  $90^\circ$  par un circuit 50 et d'un signal BF, de pulsation  $\Omega$ , également délivré par l'horloge 2 à 30Hz, mais décalé de  $90^\circ$  par rapport au précédent au moyen d'un circuit à retard 5.

35 Les deux signaux, correspondant aux deux paires de bandes

latérales avant amplification,  $b_c = m_1 V_o \cos \omega t \cos \Omega t$  et  
 $b_s = m_1 V_o \sin \omega t \sin \Omega t$  ainsi obtenus à partir d'un échantillon de  
la porteuse P, sont recombinaés sur un anneau hybride 7 qui sépare  
les bandes latérales supérieure  $\omega + \Omega$  et inférieure  $\omega - \Omega$ , en  
5 procédant d'une part à la somme des deux signaux et d'autre part à  
leur différence.

Ainsi, sur une première sortie, apparaît le signal  $S_1$  :

$$S_1 = b_c + b_s = (m_1 V_o) \left[ \cos \omega t \cos \Omega t + \sin \omega t \sin \Omega t \right]$$

$$= m_1 V_o \cos (\omega - \Omega) t$$

10 et sur une seconde sortie, apparaît le signal  $S_2$  :

$$S_2 = b_c - b_s = (m_1 V_o) \left[ \cos \omega t \cos \Omega t - \sin \omega t \sin \Omega t \right]$$

$$= m_1 V_o \cos (\omega + \Omega) t.$$

On notera que le terme  $m_1 V_o$  étant une constante, il peut  
être supprimé des expressions qui ont été écrites sans introduire  
15 d'erreur, en particulier il n'apparaît pas sur les dessins.

Ces deux signaux qui sont générés par le dispositif 200 de  
génération séparée des deux bandes latérales à partir de l'onde  
porteuse, correspondent aux deux bandes latérales de raies  $\omega - \Omega$  et  
 $\omega + \Omega$ , qui sont amplifiées séparément par deux amplificateurs 8  
20 et 9 puis recombinaés sur un second anneau hybride 10 qui effectue  
d'une part la somme et d'autre part la différence des deux signaux  
 $S_1$  et  $S_2$ , de sorte qu'en sortie de cet anneau hybride on obtient les  
deux signaux  $B_c$  et  $B_s$ . Un circuit déphaseur 53 de  $\pi/2$  permet de  
remettre en phase HF le signal  $B_c$  avec le signal  $B_s$ .

25 Le signal 30Hz REF qui module en fréquence la sous-porteuse  
à 9960 Hz déjà citée provient de l'horloge 2 qui commande les deux  
modulateurs en anneau 1 et 4. Selon une seconde méthode d'émission  
d'un signal VOR, représentée figure 2, les bandes latérales sont  
30 toujours générées séparément, à partir de l'onde porteuse, mais leur  
filtrage est assuré pour chacune d'elles séparément au moyen d'une  
boucle d'asservissement fréquence/phase incluant les moyens d'am-  
plification de ces bandes. Le système d'émission du type VOR  
conventionnel comporte tout d'abord un dispositif 200 de génération  
séparée des bandes latérales identique à celui déjà décrit sur la

figure 1. A partir d'un échantillon de la porteuse P, sont obtenus les deux signaux  $S_1$  et  $S_2$  correspondant aux deux raies haute fréquence  $\omega - \Omega$  et  $\omega + \Omega$ ,  $\omega$  étant la pulsation de la porteuse du signal de référence et  $\Omega$  étant la pulsation basse fréquence correspondant au signal variable.

Les différents circuits constituant ce dispositif 200 de génération séparée des bandes latérales portent les mêmes références que ceux de la figure 1 puisqu'ils jouent le même rôle.

En sortie de ce dispositif 200 est associée, à chaque bande latérale, une boucle d'asservissement fréquence/phase constituée par :

- des moyens de comparaison fréquence/phase (11 et 12),
- des moyens de filtrage (21 et 22),
- un circuit oscillateur (31 et 32),
- des moyens d'amplification de puissance (41 et 42),
- des moyens de couplage (51 et 52).

Le fonctionnement de la boucle correspondant à la bande latérale de pulsation  $\omega - \Omega$  est le suivant : le circuit 12 compare le signal provenant du dispositif 200 de génération séparée des bandes latérales et contenant en plus de la bande latérale inférieure ( $\omega - \Omega$ ) des résidus de l'autre bande latérale et de la porteuse, avec le signal de pulsation voisine de  $\omega - \Omega$  issu de l'oscillateur 32 et prélevé par des moyens de couplage (51 et 52). Le filtre passe-bas 22 élimine les harmoniques du 30Hz présents en sortie du comparateur, ne conservant que sa composante continue qui va commander l'oscillateur (V.C.O.) 32 (ou V.C.X.O. si la fréquence du signal qu'il délivre est engendrée par un quartz). Le circuit amplificateur 42 augmente la puissance du signal issu de cet oscillateur. Une fois l'équilibre établi dans la boucle, c'est-à-dire lorsque l'oscillateur est asservi sur la pulsation  $\omega - \Omega$  de la bande latérale, la boucle génère enfin le signal correspondant à cette bande latérale, sans résidus de la porteuse et de l'autre bande latérale. Le fonctionnement de l'autre boucle est identique à celui-ci.

Ensuite, comme dans le cas de la figure 1, les deux signaux

correspondant aux deux pulsations déterminées  $\omega - \Omega$  et  $\omega + \Omega$ , sont recombines sur un anneau hybride 13 qui délivre les deux signaux  $B_s$  et  $B_c$ .

5 Un inconvénient de ce système d'émission est le manque de stabilité de la phase haute fréquence de l'onde porteuse par rapport à celle de la porteuse fantôme des bandes latérales de raies ( $\omega - \Omega$ ) et ( $\omega + \Omega$ ).

10 En effet, l'onde porteuse P est obtenue à partir d'un oscillateur à quartz 100 au moyen d'une chaîne d'amplification haute fréquence donnée et les bandes latérales sont obtenues par les dispositifs de génération ci-dessus décrits, distincts de la chaîne précédente. Ces différents moyens entraînent des dérives de phase HF ayant pour conséquence une instabilité de la phase HF de l'onde porteuse par rapport à celle de la porteuse fantôme des deux bandes latérales.

15 Le but de la présente invention est de pallier le manque de stabilité ci-dessus mentionné et son objet est un dispositif de stabilisation de la phase haute fréquence d'un émetteur du type VOR conventionnel rayonnant un premier signal constitué par une porteuse haute fréquence, de pulsation  $\omega$  modulée en amplitude par  
20 une sous porteuse de pulsation  $\Omega'$ , elle même modulée en fréquence par un signal 30Hz dit de référence de pulsation  $\Omega$ , et un second signal, suivant un diagramme cardioidal tournant, formant un signal sinusoïdal de fréquence 30Hz dit variable et dont l'enveloppe basse  
25 fréquence a une phase caractéristique de l'azimut  $\theta$  du site de l'émetteur VOR, caractérisé en ce que la phase haute fréquence de l'onde porteuse de pulsation  $\omega$  et la phase haute fréquence de la porteuse fantôme des deux bandes latérales de raies ( $\omega - \Omega$ ) et ( $\omega + \Omega$ ) sont asservies l'une à l'autre.

30 Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif comporte des moyens de détection de la phase HF de la porteuse fantôme des bandes latérales de raies ( $\omega - \Omega$ ) et ( $\omega + \Omega$ ).

D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description qui suit, illustrée par les différentes figures, qui outre les figures 1 et 2 déjà décrites et concernant l'art antérieur,

représentent :

- les figures 3a et 3b : une première variante de réalisation d'un dispositif de stabilisation selon l'invention dans un système d'émission du type VOR conventionnel ;

5 - les figures 4a et 4b : une seconde variante de réalisation du même dispositif selon l'invention

Les éléments portant les mêmes références dans les différentes figures assurent les mêmes fonctions en vue des mêmes résultats. Comme cela a été dit, le but du dispositif selon l'invention est d'assurer une stabilité de l'ordre de 5 degrés en phase haute  
10 fréquence, stabilité qui n'est pas atteinte par les dispositifs déjà connus. Mais avant de détailler l'objet même de l'invention le paragraphe suivant va calculer la phase HF de la porteuse fantôme des bandes latérales obtenue par exemple par le système de la figure  
15 2. En effet, en sortie de l'anneau hybride 7, les signaux obtenus  $S_1$  et  $S_2$ , correspondant aux deux raies HF  $(\omega - \Omega)$  et  $(\omega + \Omega)$ , sont dans le cas idéal de la forme :

$$S_1 = b_c + b_s = \cos(\omega + \Omega)t$$

$$S_2 = b_c - b_s = \cos(\omega - \Omega)t$$

20 En fait, toute inégalité d'amplitude et de phase dans les différents éléments du montage émetteur détériore les sommations précédentes pour créer les signaux suivants :

$$S_1 = V_1 \cos[(\omega + \Omega)t + \varphi_1] + \xi_1 \cos[(\omega - \Omega)t + \phi_1]$$

$$S_2 = V_2 \cos(\omega - \Omega)t + \varphi_2 + \xi_2 \cos[(\omega + \Omega)t + \phi_2]$$

25  $\xi_1$  et  $\xi_2$  étant les coefficients correspondant aux résidus des bandes latérales indésirées,  $\phi_1$  et  $\phi_2$  étant les phases HF de ces résidus et  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  étant les phases HF des bandes latérales.

Dans ces conditions, les sorties en cosinus  $B_c$  et en sinus  $B_s$  deviennent :

$$30 \quad B_C = S_1 + S_2 =$$

$$(V_1 + V_2) \cos\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right) \cos\left(\Omega t + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$$

7

$$\begin{aligned}
& - (V_1 - V_2) \sin \left( \omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right) \sin \left( \Omega t + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right) \\
& + (\xi_1 + \xi_2) \cos \left( \omega t + \frac{\phi_1 - \phi_2}{2} \right) \cos \left( \Omega t + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) \\
& + (\xi_1 - \xi_2) \sin \left( \omega t + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} \right) \sin \left( \Omega t + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) \\
5 \quad B_S = S_2 - S_1 = & (V_1 + V_2) \sin \left( \omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right) \sin \left( \Omega t + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right) \\
& - (V_1 - V_2) \cos \left( \omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right) \cos \left( \Omega t + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right) \\
& - (\xi_1 + \xi_2) \sin \left( \omega t + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} \right) \sin \left( \Omega t + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) \\
& - (\xi_1 + \xi_2) \cos \left( \omega t + \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} \right) \cos \left( \Omega t + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right)
\end{aligned}$$

Lorsqu'il n'y a pas de résidu de bande latérale indésirée :

$$10 \quad \xi_1 = \xi_2 = 0.$$

Deux cas peuvent alors se présenter :

a) les attaques de l'anneau hybride sont équilibrées

$V_1 = V_2 = V$  d'où :

$$S = 2V \cos \left( \omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \right) \cos \left( \Omega t + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \right)$$

15 la phase HF de la porteuse fantôme des bandes latérales est

$$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

b) si les attaques ne sont pas équilibrées, un signal parasite en quadrature HF avec la porteuse, dont l'information VOR est décalée de  $90^\circ$ , apparaît. La quadrature HF rend ce signal négligeable au premier ordre.

20

Ainsi, le dispositif de stabilisation de phase haute fréquence d'un émetteur VOR, objet de la présente invention réalise l'asservissement des phases haute fréquence de l'onde porteuse et de la porteuse fantôme des bandes latérales.

25

Pour cela deux variantes sont possibles pour lesquelles le



dispositif de génération selon l'invention comporte des moyens de détection de la phase HF de la porteuse fantôme des deux bandes latérales. Selon la première variante, dont un schéma de réalisation est représenté sur la figure 3a le dispositif selon l'invention comporte des moyens de détection synchrone constitués par un dispositif

5 mélangeur 14 qui reçoit les signaux  $S_1$  et  $S_2$  correspondant aux deux bandes latérales, prélevés par les moyens de couplage 51 et 52, et en effectue le produit  $P_o$  :

$$10 \quad P_o = \cos[(\omega + \Omega)t + \varphi_1] \times \cos[(\omega - \Omega)t + \varphi_2]$$

$$= \frac{1}{2} \cos[2\omega t + \varphi_1 + \varphi_2] + \frac{1}{2} \cos[2\Omega t + \varphi_1 - \varphi_2]$$

On constate que la phase haute fréquence de la porteuse fantôme des bandes latérales est égale à la moitié de la phase haute fréquence de la composante à la pulsation  $2\omega$  du signal de sortie  $P_o$  du dispositif mélangeur 14.

15 Aussi, l'invention consiste à détecter cette phase pour asservir la phase de la porteuse de pulsation  $\omega$  à la phase de la porteuse fantôme des bandes latérales ou inversement et, améliorer ainsi sensiblement la stabilité de phase haute fréquence entre cette onde porteuse et la porteuse fantôme des bandes latérales.

20 Pour cela, un échantillon du signal de l'onde porteuse traverse un doubleur de fréquence 15 avant de commander une des deux entrées d'un dispositif mélangeur 16. La seconde entrée reçoit le signal  $P_o$  qui est donc multiplié au précédent dans ce circuit 16 pour donner en sortie le signal  $S$  :

$$25 \quad S = P_o \times \sin 2\omega t$$

$$= \sin 2\omega t \left[ \frac{1}{2} \cos(2\omega t + \varphi_1 + \varphi_2) + \frac{1}{2} \cos(2\Omega t + \varphi_1 - \varphi_2) \right]$$

$$S = \frac{1}{2} \sin 2\omega t \left[ \cos 2\omega t \cos(\varphi_1 + \varphi_2) - \sin 2\omega t \sin(\varphi_1 + \varphi_2) \right. \\ \left. + \cos 2\Omega t \cos(\varphi_1 - \varphi_2) - \sin 2\Omega t \sin(\varphi_1 - \varphi_2) \right]$$

$$S = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \sin 4 \omega t - \frac{1}{2} (1 - \cos 4 \omega t) \times \sin (\varphi_1 + \varphi_2) \right. \\ \left. + \sin 2 \omega t \cos 2 \Omega t \cos (\varphi_1 - \varphi_2) - \sin 2 \omega t \sin 2 \Omega t \sin (\varphi_1 - \varphi_2) \right]$$

$$S = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \sin 4 \omega t - \frac{1}{2} \sin (\varphi_1 + \varphi_2) + \frac{1}{2} \cos 4 \omega t \cdot \sin (\varphi_1 + \varphi_2) \right. \\ \left. + \sin 2 \omega t \cdot \cos 2 \Omega t \cdot \cos (\varphi_1 - \varphi_2) - \sin 2 \omega t \sin 2 \Omega t \sin (\varphi_1 - \varphi_2) \right]$$

5 Ce signal S est ensuite filtré dans un circuit 17 pour ne laisser passer que la composante continue C :

$$C = -\frac{1}{4} \sin (\varphi_1 + \varphi_2)$$

Lorsque  $(\varphi_1 + \varphi_2)$  est petit, cette composante C est proportionnelle à la différence de phase HF entre la porteuse réelle et la porteuse fantôme des bandes latérales. Ce signal C commande alors un circuit déphaseur 18 situé en sortie pilote, soit sur la voie des bandes latérales - figure 3a - soit sur la voie de l'onde porteuse - figure 3b -. Dans le cas de la figure 3a, la phase de la porteuse fantôme des bandes latérales est asservie sur la phase de l'onde porteuse tandis que, dans le cas de la figure 3b, c'est cette dernière phase qui est asservie sur celle de la porteuse fantôme.

La seconde variante d'exécution de l'invention consiste à stabiliser séparément les phases HF  $(\varphi_1$  et  $\varphi_2)$  de chacune des deux bandes latérales. Pour cela, ces phases  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  sont comparées chacune à la phase de la porteuse P. Suivant l'exemple de réalisation représenté sur la figure 4a, cette comparaison est faite au moyen de deux mélangeurs 62 et 63. Chacun d'eux effectue le produit du signal de l'onde porteuse  $\cos \omega t$  avec le signal de la bande latérale correspondante  $\cos (\omega + \Omega) t + \varphi_1$  et  $\cos (\omega - \Omega) t + \varphi_2$ .

Après filtrage des ondes aux pulsations  $\omega - \Omega$  et  $\omega + \Omega$  dans deux circuits 72 et 73 pour ne laisser passer que la composante à 30 Hz, les signaux de sortie de ces deux mélangeurs 62 et 63 sont :

$$S_3 = \cos(\Omega t + \varphi_1) \text{ et } S_4 = \cos(\Omega t + \varphi_2).$$

La phase de ces deux signaux  $S_3$  et  $S_4$  est comparée à la phase du signal  $\sin \Omega t$  à 30Hz de l'horloge 2, dans deux circuits 82 et 83. En sortie, on obtient bien les deux phases  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  recherchées, que l'on recombine dans un circuit sommateur 74 pour obtenir un signal  $\xi$  de phase

$$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

Cette sortie est identique à la sortie du filtre 17 des figures 3a et 3b, concernant la première variante de l'invention.

10 Suivant l'exemple de réalisation représenté sur la figure 4b, la comparaison des phases  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  avec celle de l'onde porteuse P est réalisée au moyen de deux circuits sommateurs 92 et 93, qui additionnent chacun le signal de la bande latérale correspondante avec celui de l'onde porteuse. Le signal résultant de chacune de ces  
15 additions est détecté au moyen d'un circuit de détection 102 ou 103 - une diode par exemple - avant d'être filtré comme cela a été dit précédemment.

Le signal  $\xi$  de phase  $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$  commande ensuite un circuit déphaseur 18 identique à celui décrit dans les figures 3a et  
20 3b. et la stabilisation entre la phase haute fréquence de l'onde porteuse et celle de la porteuse fantôme des bandes latérales est réalisée comme cela a été dit auparavant.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de stabilisation de la phase haute fréquence d'un émetteur du type VOR conventionnel rayonnant un premier signal constitué par une porteuse haute fréquence de pulsation ( $\omega$ ), modulée en amplitude par une sous porteuse de pulsation ( $\Omega'$ ), elle-même modulée en fréquence par un signal 30Hz dit de référence, de pulsation ( $\Omega$ ), et un second signal suivant un diagramme cardioïdal tournant, formant un signal sinusoïdal de fréquence 30Hz, dit variable et dont l'enveloppe basse-fréquence a une phase caractéristique de l'azimut ( $\Theta$ ) de l'emplacement au sol de l'émetteur VOR, caractérisé en ce que la phase haute fréquence de l'onde porteuse de pulsation  $\omega$  et la phase haute fréquence de la porteuse fantôme des deux bandes latérales de raies ( $\omega - \Omega$ ) et ( $\omega + \Omega$ ) sont asservies l'une à l'autre.

2. Dispositif de stabilisation suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de détection de la phase haute fréquence de la porteuse fantôme des bandes latérales de raies ( $\omega - \Omega$ ) et ( $\omega + \Omega$ ).

3. Dispositif de stabilisation selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de détection synchrone constitués par :

- un dispositif mélangeur (14), effectuant le produit ( $P_0$ ) des deux signaux ( $S_1$  et  $S_2$ ) correspondant aux deux bandes latérales ;
- un circuit doubleur (15) de fréquence de l'onde porteuse (P) ;
- un circuit mélangeur (16) effectuant le produit du signal ( $P_0$ ) et le signal provenant du doubleur (15) ;
- un filtre passe-bas (17), filtrant la composante continue (C) du signal issu du mélangeur (16) ;
- et un circuit déphaseur (18), commandé par la composante continue (C).

4. Dispositif de stabilisation selon la revendication 3, caractérisé en ce que le circuit déphaseur (18) est placé en sortie pilote,

soit sur la voie de l'onde porteuse soit sur la voie des bandes latérales.

5. Dispositif de stabilisation selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de détection de la phase haute fréquence de la porteuse fantôme des bandes latérales comportent des moyens de détection de chacune des phases ( $\varphi_1$  et  $\varphi_2$ ) haute fréquence des deux bandes latérales, des moyens sommateurs (74)

effectuant la somme ( $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ ) et un circuit déphaseur (18).

10 6. Système émetteur du type VOR conventionnel comportant un dispositif de stabilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

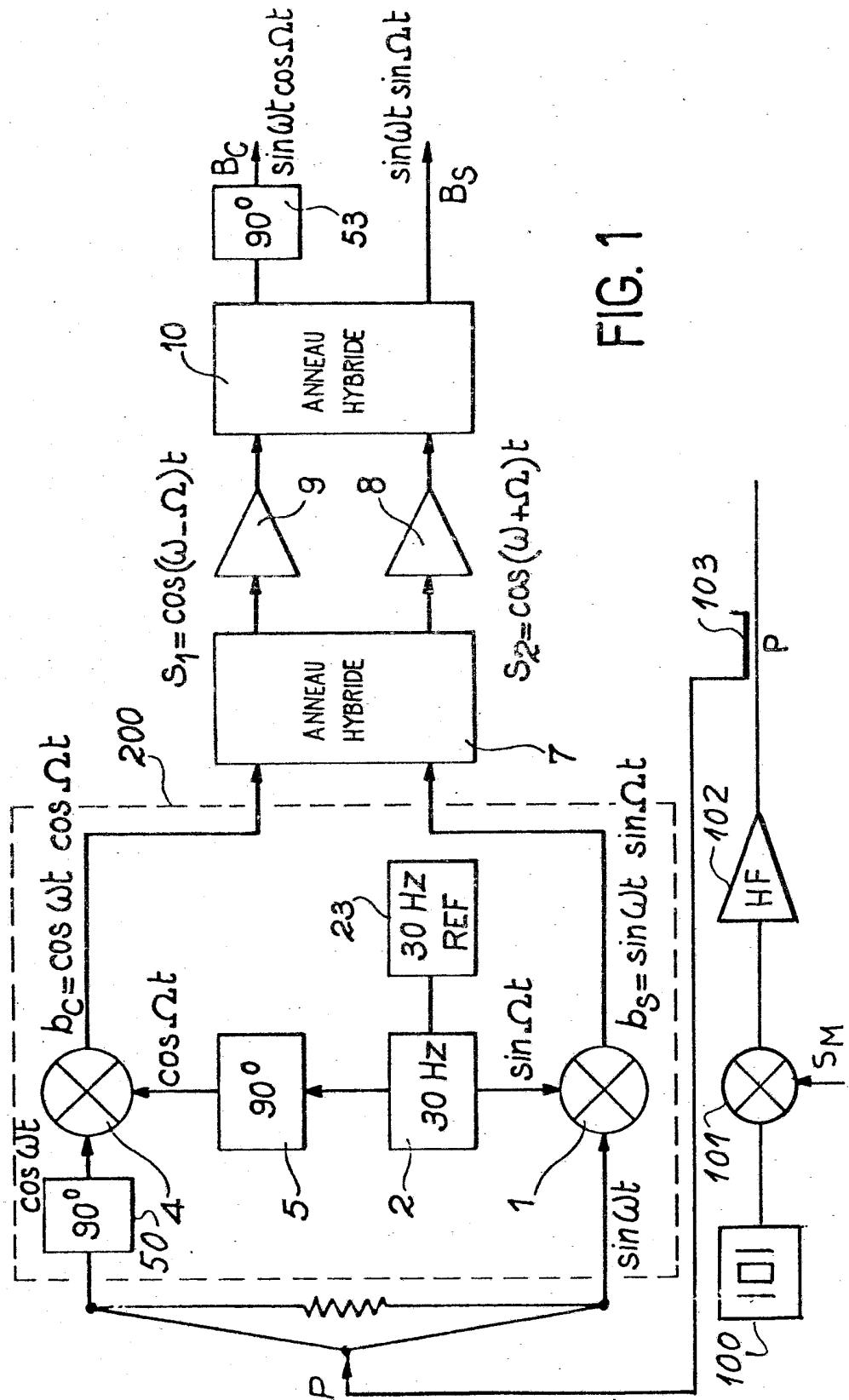


FIG. 1

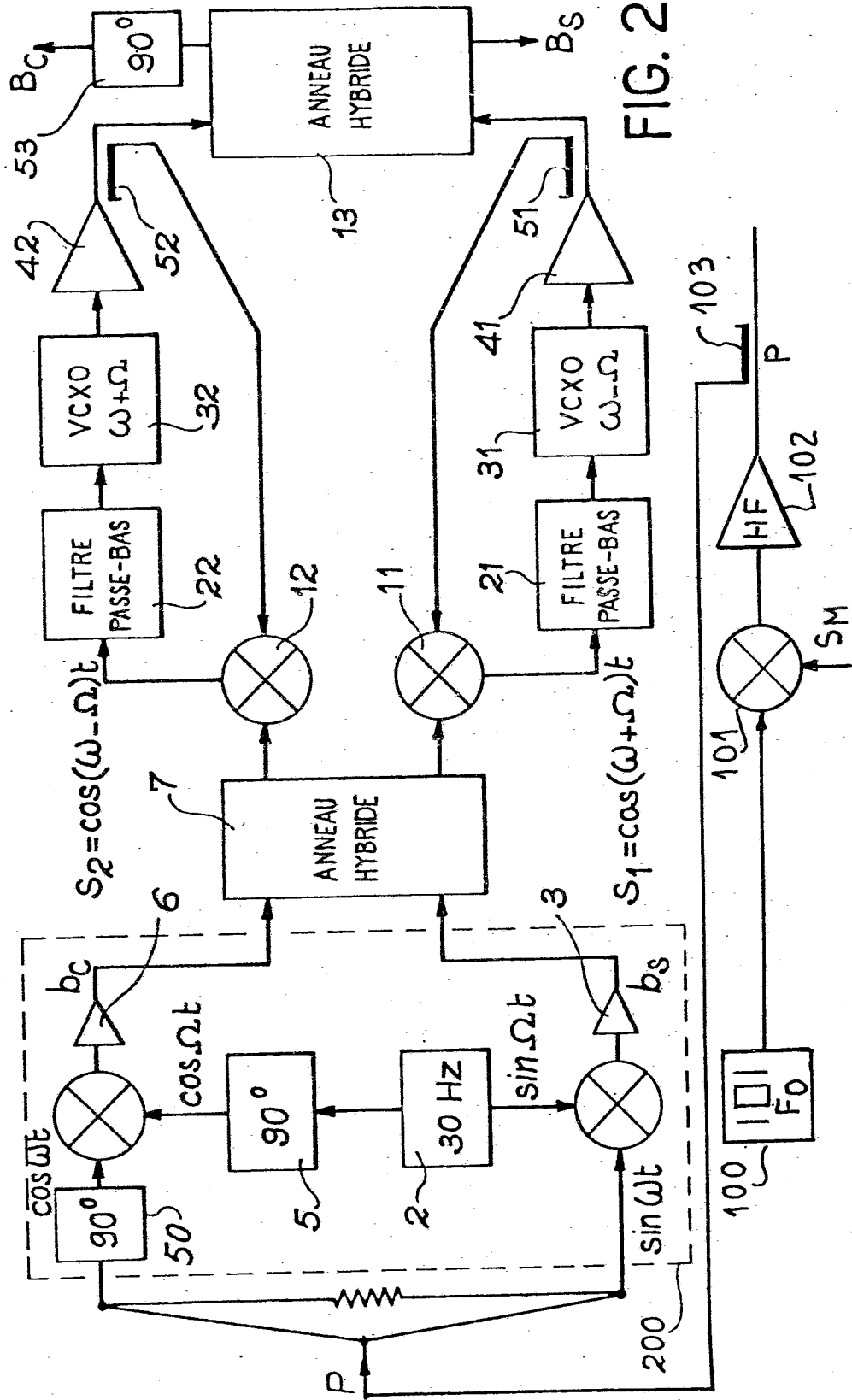


FIG. 2

3/5

FIG. 3-a

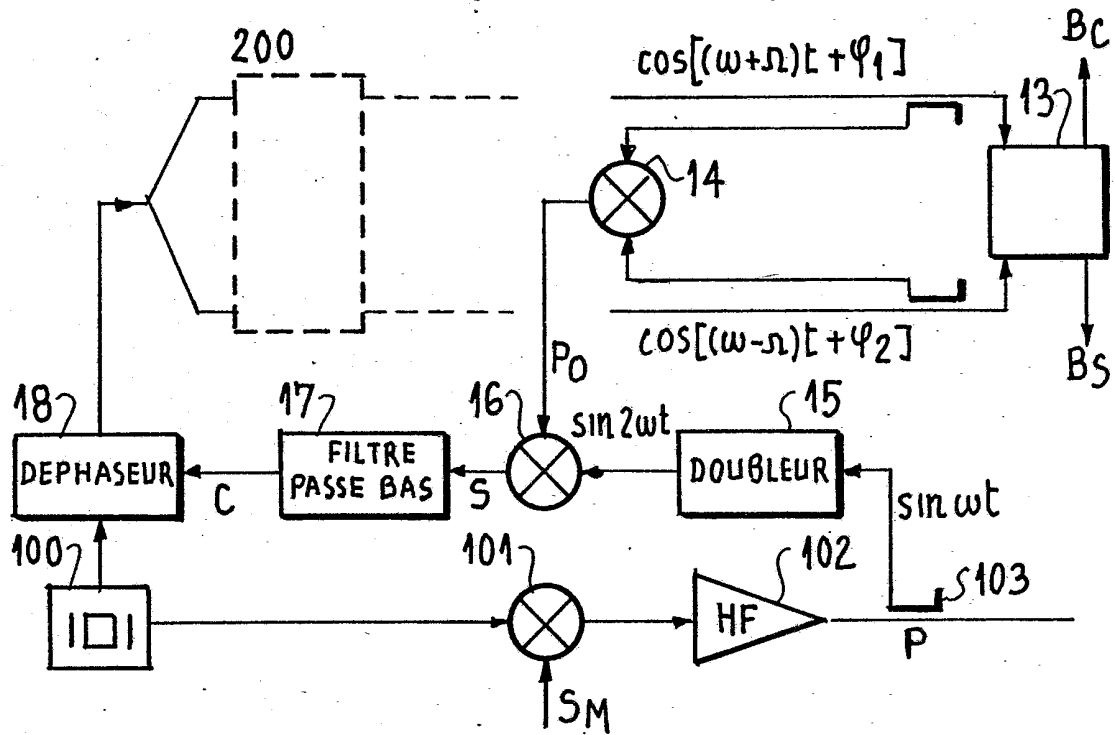
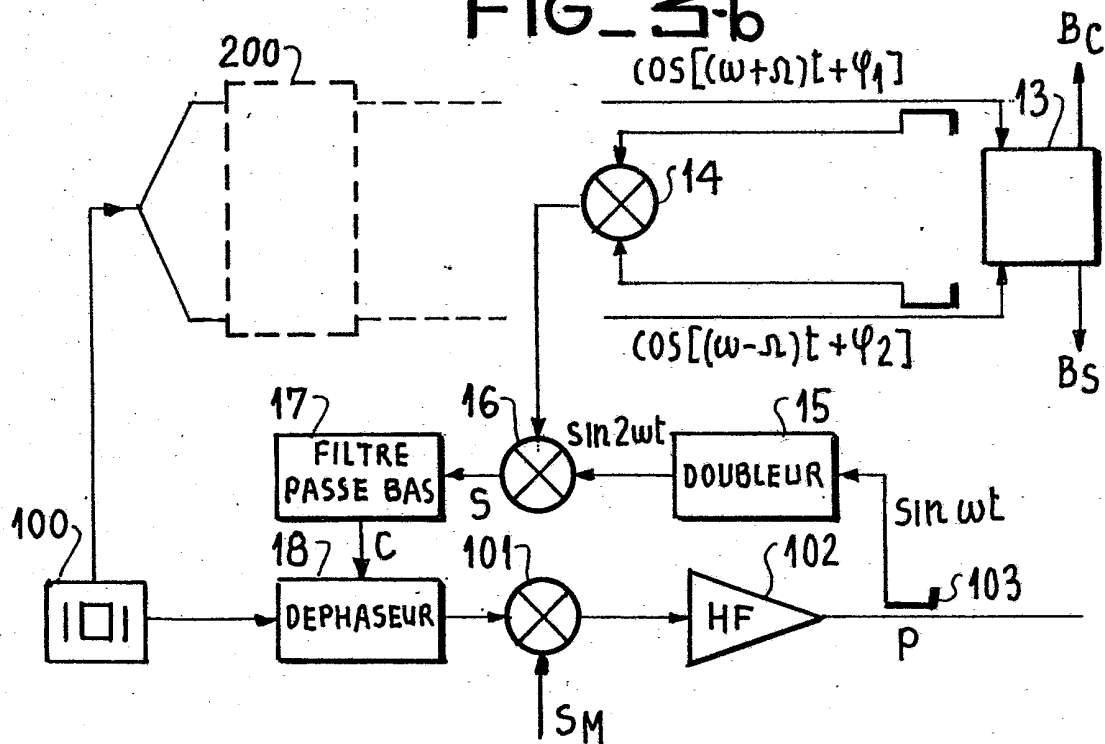


FIG. 3-b





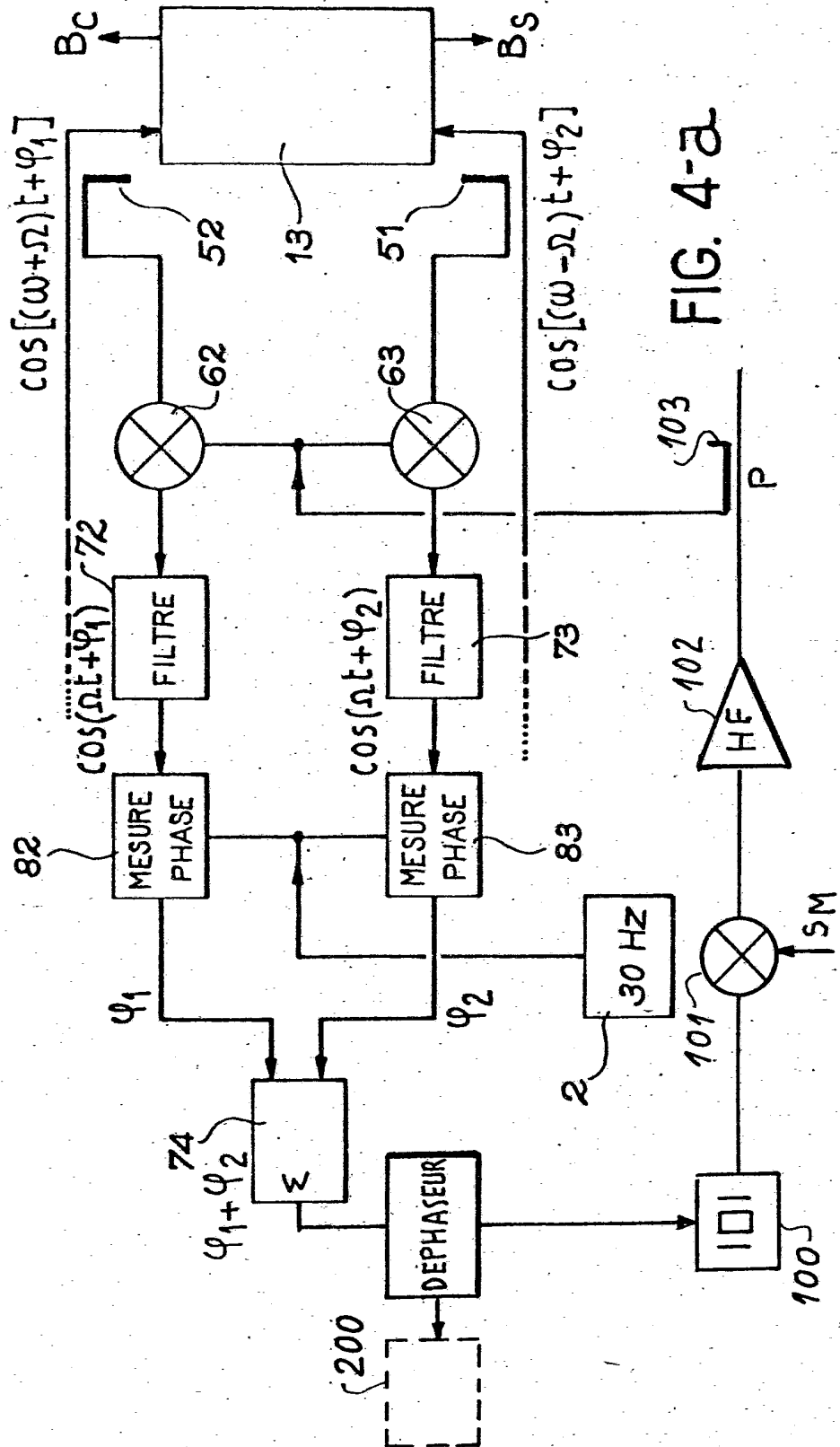


FIG. 4-a

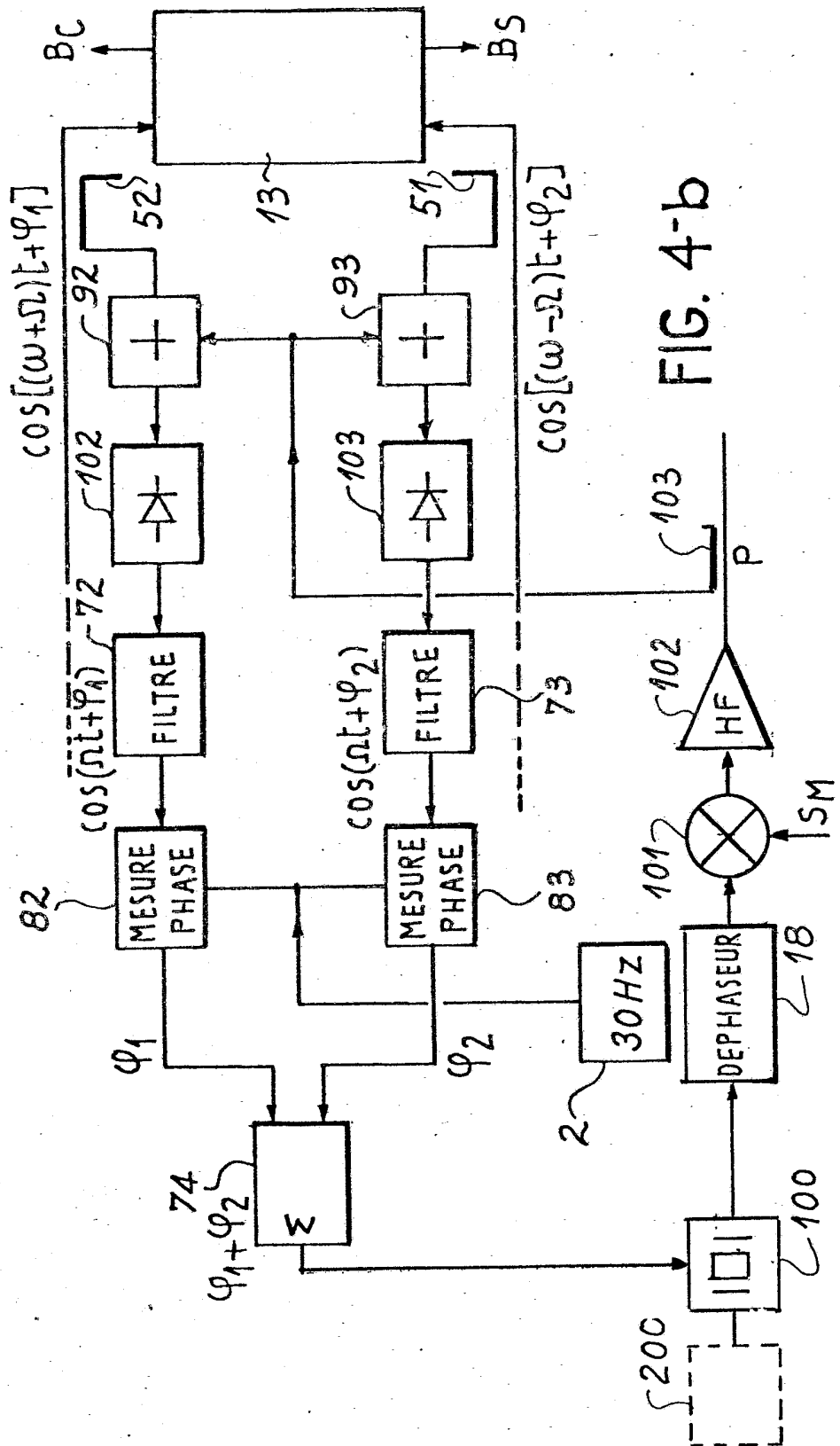


FIG. 4-b