

Brevet N° **8 1 4 8 7**
 du 11 Juillet 1979
 Titre délivré: 14 Juin 1980



Monsieur le Ministre
 de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes
 Service de la Propriété Industrielle
 LUXEMBOURG

ij buu.
11.1.1980

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La Société Anonyme dite : COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS (1)
 CIT-ALCATEL, 12, rue de la Baume 75008 PARIS, FRANCE, représentée par
 Monsieur Jean-Paul RIPPINGER, RESIDENCE VAL STE CROIX, 2-4 Allée Léopold (2)
 Goebel, LUXEMBOURG, agissant en qualité de Mandataire

dépose ce onze Juillet mil neuf cent soixante-dix-neuf (3)
 à 15.00 heures, au Ministère de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes, à Luxembourg :
 1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :

..... (4)
 GENERATEUR NUMERIQUE D'ONDES SINUSOIDALES ECHANTILLONNEES

déclare, en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :
 Luc THOMAS, Ingénieur, 122 rue Nationale 75013 PARIS, FRANCE ; (5)
 Claude CARDOT, Attaché de Direction, Château de Courcelle
 91190 GIF SUR YVETTE, FRANCE.

2. la délégation de pouvoir, datée de PARIS le 26 Juin 1979
 3. la description en langue française de l'invention en deux exemplaires ;
 4. les deux planches de dessin, en deux exemplaires ;
 5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
 le onze Juillet mil neuf cent soixante-dix-neuf

revendique pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
 (6) brevet déposée(s) en (7) FRANCE
 le 13 Juillet 1978, sous le N° 78 21 006 (8)

au nom de la Demanderesse (9)
 élit domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
RESIDENCE VAL STE CROIX, 2-4 Allée Léopold Goebel (10)

sollicite la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes
 susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à six mois.
 Le Mandataire *[Signature]*

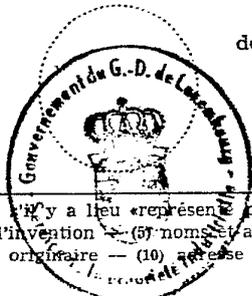
II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie Nationale
 et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Industrielle à Luxembourg, en date du :

11 Juillet 1979

à 15.00 heures

Pr. le Ministre
 de l'Économie Nationale et des Classes Moyennes,
 p. d.



[Signature]

MF/NV
F° 11316
CIT-ALCATEL/T
2 pl.

P. Desmouy
fs **Revendication de la priorité d'une demande de brevet déposée en
FRANCE, le 13 Juillet 1978, sous le N° 78 21 006**

BREVET D'INVENTION

GENERATEUR NUMERIQUE D'ONDES SINUSOIDALES ECHANTILLONNEES

Invention de Luc THOMAS et Claude CARDOT

Société Anonyme dite

COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES TELECOMMUNICATIONS CIT-ALCATEL

L'invention concerne un générateur numérique pour produire une onde sinusoïdale sous forme d'une succession d'échantillons codés numériquement.

5 Des générateurs numériques peuvent être utilisés dans les équipements numériques comme substituts d'oscillateurs analogiques. Un exemple d'un tel équipement est un modulateur-démodulateur (modem) pour envoyer et recevoir des informations codées par lignes téléphoniques, au moyen d'un milieu de transmission à largeur de bande limitée à 3 kHz environ. Diverses techniques de modulation ont été imaginées

fs

pour permettre une cadence élevée de transmission de données par lignes téléphoniques en dépit de la largeur de bande limitée, par exemple la recommandation CCITT V 29 pour transmission à la cadence de 9.600 bits/se

Ces techniques de modulation sont exécutées plus facilement avec des circuits numériques et il est donc souhaitable de générer des ondes

5 sinusoïdales pour modulation ou démodulation dans une forme directement utilisable dans un processus numérique.

Dans certaines circonstances, il est possible de générer une succession d'échantillons d'onde sinusoïdale par simple lecture de valeurs dans une table. Par exemple, si l'onde est générée sous

10 forme d'échantillons successifs déphasés de 90°, seules les valeurs + 1, 0, - 1 et 0 doivent être stockées. En outre, la multiplication par de tels nombres est très simple. Dans d'autres cas, une telle relation simple n'existe pas entre le taux d'échantillonnage et la

15 fréquence désirée pour l'onde sinusoïdale générée ; dans de tels cas, des valeurs échantillonnées doivent être calculées chaque fois qu'elles sont nécessaires, car le stockage d'échantillons assez nombreux pour une précision suffisante reviendrait prohibitif.

Un générateur connu calcule des valeurs échantillonnées successives codées numériquement d'une onde sinusoïdale d'amplitude R, avec une période d'échantillonnage correspondant à une différence de phase ϕ entre deux échantillons successifs, en effectuant l'algorithme suivant :

20

$$A_{k+1} = a A_k - b B_k$$

25

$$B_{k+1} = b A_k + a B_k$$

$$\text{où } a = \cos \phi$$

$$b = \sin \phi$$

$$A_0 = R$$

$$B_0 = 0$$

$$5 \quad k = 0, 1, 2 \dots$$

et où l'onde sinusoïdale est définie à l'instant k par la somme vectorielle

$$A_k + j B_k = R e^{jk\phi}$$

En introduisant ces valeurs dans l'algorithme, on obtient facilement :

$$10 \quad R \cos (k+1) \phi = R \cos \phi \cos k \phi - R \sin \phi \sin k \phi$$

$$R \sin (k+1) \phi = R \sin \phi \cos k \phi + R \cos \phi \sin k \phi$$

La figure 1, du dessin annexé donne le schéma d'un tel générateur. Il comporte deux lignes à retard 1 et 2 effectuant un retard égal à T , deux sommateurs 3 et 4, quatre multiplicateurs 5 à 8 et deux sorties 9 et 10. En outre, on voit dans cette figure deux sources de valeurs constantes 11 et 12, (par exemple, des registres tampons) et des moyens 13 et 14 permettant l'initialisation du générateur sur les valeurs $A_0 = 1$ et $B_0 = 0$. (dans ce cas $R = 1$). Les sources 11 et 12 sont appliquées chacune à deux multiplicateurs respectivement 6 et 7, 5 et 8, et fournissent respectivement les valeurs constantes de : $\sin \phi$ et $\cos \phi$.

Les multiplicateurs reçoivent en outre deux à deux le signal sortant respectivement des lignes à retard 1 et 2. Les sommateurs 3 et 4 effectuent la somme entre les valeurs sortant des deux multiplicateurs, qui sont affectés de constantes différentes. Ainsi, le sommateur 3 reçoit les sorties du multiplicateur 5 et du multiplicateur 7, alors que le sommateur 4 reçoit les sorties du multiplicateur 6 et du multiplicateur 8. En sortie, les sommateurs sont reliés respectivement aux sorties 9 et 10 ainsi qu'à l'entrée de l'une des lignes à retard 1 et 2.

Pour expliquer le fonctionnement de ce générateur, on se réfère à une notion mathématique comme suit. On pose :

$$a = \cos \phi$$

$$b = \sin \phi$$

(ϕ étant l'écart de phase entre deux échantillons successifs de l'onde sinusoïdale à produire).

En initialisant le générateur avec $A_0 = 1$ et $B_0 = 0$, ce générateur produirait, à condition que les organes de calcul et de stockage de données aient une précision infinie, l'onde échantillonnée :

$$A_k + jB_k = e^{jk\phi}$$

où $A_k = \cos k\phi$

$$B_k = \sin k\phi$$

$$k = 0, 1, 2, \dots$$

On note que l'amplitude de l'onde serait constamment égale à l'unité.

Pour obtenir une onde d'amplitude quelconque, on effectue une postmultiplication des échantillons A et B par la valeur de l'amplitude désirée.

Si, pour un générateur numérique conforme à la figure 1, on doit tenir compte des imprécisions de calcul, en particulier par troncature, la relation suivante ne peut plus être exactement vérifiée, si la base de numération adoptée est un nombre pair.

$$5 \quad a^2 + b^2 = 1$$

Il en résulte que l'amplitude de l'onde fournie par le générateur ne peut pas rester stable.

En effet, l'algorithme réalisé par la figure 1 est :

$$A_{k+1} = a.A_k - b.B_k$$

$$10 \quad B_{k+1} = b.A_k + a.B_k \quad , \text{ d'où l'on tire :}$$

$$A_{k+1}^2 + B_{k+1}^2 = (A_k^2 + B_k^2) (a^2 + b^2)$$

ou encore, compte tenu de l'initialisation :

$$A_k^2 + B_k^2 = (a^2 + b^2)^k$$

15 ce qui nous indique que, selon que $(a^2 + b^2)$ sera supérieur ou inférieur à l'unité, l'amplitude de l'onde produite tendra exponentiellement vers l'infini ou vers zéro.

Un but de la présente invention est de pallier cet inconvénient et de fournir un algorithme qui tient compte des imprécisions de calcul et des imprécisions dans la définition des constantes.

20 L'invention a pour objet un générateur numérique pour produire une onde sinusoïdale sous forme d'une succession d'échantillons codés numériquement produits avec une période d'échantillonnage T, l'onde ayant une amplitude R et une différence de phase ϕ entre deux échantillons

successifs, le générateur comprenant des moyens d'addition, de multiplication et de stockage pour effectuer l'algorithme général

$$A_{k+1} = aA_k - bB_k$$

$$B_{k+1} = bA_k + aB_k$$

5 ou $a = \cos \phi$, $b = \sin \phi$, $A_0 = R$ et $B_0 = 0$, $k = 0, 1, 2$, l'onde sinusoïdale étant définie à l'instant k par la somme vectorielle $A_k + jB_k = Re^{jk\phi}$, caractérisé par le fait que l'algorithme précis est le suivant

$$A_{k+1} = (aA_k - bB_k) (1 - 1/2 \xi_{k+1})$$

$$B_{k+1} = (bA_k + aB_k) (1 - 1/2 \xi_{k+1})$$

10 où

$$\xi_{k+1} = \frac{1}{R^2} (aA_k - bB_k)^2 + \frac{1}{R^2} (bA_k + aB_k)^2 - 1$$

Cette correction converge rapidement, rendant possible la stabilisation de l'amplitude à la valeur désirée.

Un mode préféré de réalisation de l'invention comprend un
 15 générateur numérique pour produire une onde sinusoïdale sous forme d'une succession d'échantillons codés numériquement de valeurs A_k et B_k aux instants $k = 0, 1, 2, \dots$ régulièrement séparés par des périodes T , tels que $A_k + jB_k = Re^{jk\phi}$, où R est l'amplitude de l'onde et la différence de phase entre deux échantillons successifs, comprenant
 20 des premiers moyens de calculs comprenant deux registres pour stocker les valeurs courantes de A_k et B_k , deux registres pour stocker les constantes a et b telles que $a = \cos \phi$ et $b = \sin \phi$, des moyens de multiplication pour calculer les produits aA_k , bA_k , aB_k et bB_k et des moyens d'addition et de soustraction pour calculer des valeurs

approchées A'_{k+1} et B'_{k+1} des valeurs d'échantillons qui suivent

$$A_{k+1} \text{ et } B_{k+1}$$

où

$$A'_{k+1} = aA_k - bB_k$$

$$5 \quad B'_{k+1} = bA_k + aB_k$$

caractérisé par le fait que le générateur comprend en outre

- des moyens de calcul de correction pouvant recevoir les valeurs

approchées A'_{k+1} et B'_{k+1} et comprenant des moyens multiplicateurs

et diviseurs et des moyens additionneurs et soustracteurs pour calculer

10 un facteur de correction $(1 - \frac{1}{2} \xi_{k+1})$

$$\text{ou } \xi_{k+1} = \frac{1}{R^2} (A'_{k+1}{}^2 + B'_{k+1}{}^2) - 1$$

- des moyens multiplicateurs pouvant recevoir ledit facteur de correction

et les valeurs approchées A'_{k+1} et B'_{k+1} pour calculer les valeurs

échantillonnées suivantes :

$$15 \quad A_{k+1} = A'_{k+1} (1 - \frac{1}{2} \xi_{k+1})$$

$$B_{k+1} = B'_{k+1} (1 - \frac{1}{2} \xi_{k+1})$$

- des moyens pour remplacer les valeurs échantillonnées précédentes

par les valeurs échantillonnées suivantes de manière à commencer un

nouveau cycle de calcul, lesdits premiers moyens de calculs étant

20 associés à des moyens d'initialisation pour que le module des valeurs

initiales A_0 et B_0 soit positif et pas plus grand que $R \sqrt{5}$.

L'invention sera décrite ci-après plus en détail à l'aide de deux exemples de réalisation, qui sont représentés schématiquement respectivement dans les figures 2 et 3.

La figure 2 représente un générateur selon l'invention, dont les éléments identiques au générateur selon la figure 1 portent les mêmes chiffres de référence. On constate que les lignes à retard 1 et 2 ne sont plus alimentées respectivement par les sorties 9 et 10 des deux sommateurs 3 et 4, mais respectivement par la sortie d'un multiplicateur supplémentaire 22 et 23 qui reçoit d'une part la valeur présente sur la borne 9 ou 10 respectivement, et d'autre part une valeur de correction présente sur une borne 26. Les sorties 20 et 21 de ces deux multiplicateurs constituent les sorties du générateur fournissant les valeurs A_{k+1} et B_{k+1} , ces valeurs étant renvoyées aux lignes à retard 1 et 2 respectivement.

En raison des troncatures et des imprécisions liées au calcul numérique, on a $A'^2 + B'^2 = 1 + \xi$, avec $\xi \neq 0$, positif ou négatif ; en appelant les valeurs non corrigées, qui sortent des sommateurs 3 et 4, A' et B' , on a :

$$A = (1 + \xi)^{-1/2} \cdot A'$$

$$B = (1 + \xi)^{-1/2} \cdot B'$$

et $A^2 + B^2 = 1.$

Ainsi, A et B sont les composantes d'une onde d'amplitude unité.

Pour simplifier la réalisation, on choisit une valeur approchée du premier ordre pour le facteur de correction selon la formule de Newton, à savoir :

$$(1 + \xi)^{-1/2} \approx 1 - \xi/2$$

Le dispositif élaborant le facteur de correction $(1 - \xi / 2)$ comporte selon la figure 2 trois sommateurs 15, 16 et 17, et deux multiplicateurs 18 et 19. Les multiplicateurs reçoivent sur leur deux entrées l'un la valeur A'_{k+1} (sortie 9) et l'autre la valeur B'_{k+1} (sortie 10). La sortie du multiplicateur 18 donne donc la valeur A'^2_{k+1} , qui est appliquée avec la valeur B'^2_{k+1} au premier sommateur 15. Celui-ci est suivi par le deuxième sommateur, qui reçoit la valeur UN, et qui délivre la valeur :

$$1 - (A'^2_{k+1} + B'^2_{k+1}) = 1 - (1 + \xi) = -\xi$$

Dans un multiplicateur 24 on divise cette valeur par 2, et on l'applique ensuite au troisième sommateur 17, qui majore cette valeur d'une unité.

On peut facilement déduire que la valeur numérique sortant de ce sommateur 17 est identique au facteur de correction approché :

$$(1 - \xi_{k+1}/2)$$

En multipliant ce facteur de correction approché dans le multiplicateur 22 et 23 aux valeurs A'_{k+1} et B'_{k+1} , on obtient des valeurs A et B telles que :

$$A'^2_{k+1} + B'^2_{k+1} = 1 - \frac{3}{4} \xi^2_{k+1} + \frac{1}{4} \xi^3_{k+1}$$

On peut prouver que l'algorithme défini par ces équations de correction converge rapidement et qu'il assure de ce fait une grande stabilité d'amplitude de l'onde émise, même en présence d'erreurs de calcul importantes, et quelle que soit l'origine des erreurs. Si l'amplitude de l'onde émise est comprise entre 0 et $\sqrt{5}$, chaque erreur est inférieure au carré de l'erreur précédente, c'est-à-dire, la convergence a lieu selon une exponentielle double du rang du pas de calcul.

Si le générateur numérique selon la figure 2 fournit une onde, dont la valeur d'amplitude est 1, la figure 3 donne, par contre, un exemple de réalisation de l'invention fournissant une onde sinusoïdale d'amplitude quelconque R. Cette dernière réalisation évite la nécessité
 5 d'une postmultiplication d'une grandeur de sortie, si l'on désire obtenir une onde d'amplitude différente de l'unité.

Dans cette réalisation, l'initialisation du générateur est effectuée avec : $A_0 = R$.

$$B_0 = 0$$

10 L'onde idéale, qui serait délivrée en l'absence de toute erreur et de toute correction, serait : $A + jB = R.e^{jk\phi}$

Le générateur selon cette figure comporte tous les éléments 1 à 24 de la figure précédente dans la même configuration. Toutefois, les deux sommateurs 16 et 17 ne reçoivent pas la valeur 1 comme précédemment,
 15 mais la valeur R^2 d'une source 27. Entre la sortie du sommateur 17 et le point 26, on a inséré un autre multiplicateur 25, qui reçoit d'une source constante 28 la valeur $1/R^2$. Ces modifications suffisent pour fournir au point 26 le facteur de correction $(1 - \frac{\xi_{k+1}}{2})$ pour le cas d'une amplitude 7, l'erreur étant telle que :

$$20 \quad \xi_{k+1} = \frac{1}{R^2} (aA_k - bB_k)^2 + \frac{1}{R^2} (bA_k + aB_k)^2 - 1$$

Dans ce cas, la convergence de l'algorithme se produit lorsque l'amplitude se trouver comprise entre 0 et $R \cdot \sqrt{5}$.

A titre d'exemple, le mode préféré de réalisation de l'invention est celui de la figure 2 utilisé dans un modem pour démodulation à
 25 9.600 bits/sec de signaux codés sur une porteuse à 1700 Hz selon la recommandation V 29 de CCITT. Une fréquence porteuse locale est générée

sous forme d'une succession des valeurs de sinus et cosinus codés en mots de 16 bits utilisant un microprocesseur en "tranches" de la série 2900, avec circuit câblé.

La porteuse reçue est mesurée pendant la période d'initialisation et peut se trouver n'importe où dans l'intervalle $1700 \text{ Hz} \pm 12 \text{ Hz}$ (ce qui constitue une tolérance plus large que celle posée par la CCITT) et la fréquence locale est ajustée pour correspondre à la fréquence reçue. L'échantillonnage est effectué à la fréquence 4800 Hz (soit à des intervalles de $208,3 \mu\text{s}$) ce qui donne une valeur de ϕ de l'ordre de $127,5^\circ \pm 0,8^\circ$. Pour toute réception, les valeurs des constantes a et b ($\cos \phi$ et $\sin \phi$) restent fixées à la valeur appropriée à la fréquence reçue initialement mesurée ; les petits écarts (inférieurs à 1 Hz) de la fréquence reçue sont compensés par un égaliseur auto-adaptatif.

Naturellement l'invention s'applique à d'autres situations où l'on a besoin de valeurs codées numériquement d'échantillons successifs d'une onde sinusoïdale et où les circuits sont suffisamment rapides pour le traitement des signaux dans un système MIC.

Des unités séparées peuvent être utilisées pour chaque opération montrée dans le schéma bloc au lieu d'utiliser un microprocesseur.

Dans certains cas seule la partie réelle A de l'onde sinusoïdale est intéressante. La sortie 21 n'est alors pas utilisée extérieurement au générateur bien que la composante imaginaire soit encore calculée pour utilisation interne au calculateur.

REVENDEICATIONS

1/ Générateur numérique pour produire une onde sinusoïdale sous forme d'une successions d'échantillons codés numériquement produits avec une période d'échantillonnage T, l'onde ayant une amplitude R et une différence de phase ϕ entre deux échantillons successifs, le générateur comprenant des moyens d'addition, de multiplication et de stockage pour effectuer l'algorithme général

$$A_{k+1} = aA_k - bB_k$$

$$B_{k+1} = bA_k + aB_k$$

ou $a = \cos \phi$, $b = \sin \phi$, $A_0 = R$ et $B_0 = 0$, $K = 0, 1, 2$, l'onde sinusoïdale étant définie à l'instant k par la somme vectorielle $A_k + j B_k = R e^{jk\phi}$

caractérisé par le fait que l'algorithme précis est le suivant

$$A_{k+1} = (aA_k - bB_k) (1 - 1/2 \xi_{k+1})$$

$$B_{k+1} = (bA_k + aB_k) (1 - 1/2 \xi_{k+1})$$

où

$$\xi_{k+1} = \frac{1}{R^2} (aA_k - bB_k)^2 + \frac{1}{R^2} (bA_k + aB_k)^2 - 1$$

2/ Générateur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que $R = 1$, ce qui simplifie le circuit.

3/ Générateur numérique pour produire une onde sinusoïdale sous forme d'une succession d'échantillons codés numériquement de valeurs A_k

et B_k aux instants $k = 0, 1, 2, \dots$ régulièrement séparés par des périodes T , tels que $A_k + jB_k = Re^{jk\phi}$, où R est l'amplitude de l'onde et ϕ la différence de phase entre deux échantillons successifs, comprenant des premiers moyens de calculs comprenant deux registres pour stocker

5 les valeurs courantes de A_k et B_k , deux registres pour stocker les constantes \underline{a} et \underline{b} telles que $\underline{a} = \cos \phi$ et $\underline{b} = \sin \phi$, des moyens de multiplication pour calculer les produits aA_k , bA_k , aB_k et bB_k et des moyens d'addition et de soustraction pour calculer des valeurs approchées A'_{k+1} et B'_{k+1} des valeurs d'échantillons qui suivent

10 A_{k+1} et B_{k+1}
où

$$A'_{k+1} = aA_k - bB_k$$

$$B'_{k+1} = bA_k + aB_k$$

caractérisé par le fait que le générateur comprend en outre

15 - des moyens de calcul de correction pouvant recevoir les valeurs approchées A'_{k+1} et B'_{k+1} et comprenant des moyens multiplicateurs et diviseurs et des moyens additionneurs et sous tracteurs pour calculer un facteur de correction $(1 - \frac{1}{2} \xi_{k+1})$

$$\text{ou } \xi_{k+1} = \frac{1}{R^2} (A'^2_{k+1} + B'^2_{k+1}) - 1$$

20 - des moyens multiplicateurs pouvant recevoir ledit facteur de correction et les valeurs approchées A'_{k+1} et B'_{k+1} pour calculer les valeurs échantillonnées suivantes :

$$A_{k+1} = A'_{k+1} (1 - \frac{1}{2} \xi_{k+1})$$

$$B_{k+1} = B'_{k+1} (1 - \frac{1}{2} \xi_{k+1})$$

A. F.

- des moyens pour remplacer les valeurs échantillonnées précédentes par les valeurs échantillonnées suivantes de manière à commencer un nouveau cycle de calcul, lesdits premiers moyens de calculs étant associés à des moyens d'initialisation pour que le module des valeurs initiales A_0 et B_0 soit positif et pas plus grand que $R \sqrt{5}$.

4/ Générateur numérique selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les moyens d'initialisation mettent l'un des termes A_0 ou B_0 à R et l'autre à zéro.

5/ Générateur selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé par le fait que les moyens de calcul du facteur de correction $(1 - \frac{1}{2} \epsilon_{k+1})$ comprennent les étapes suivantes :

- élever au carré les valeurs approchées pour obtenir A'_{k+1}^2 et

B'_{k+1}^2 ;

- additionner lesdits carrés ;

- soustraire la valeur R^2 ;

- diviser la différence ainsi obtenue ;

- additionner R^2 ;

- multiplier par $1/R^2$.

6/ Générateur selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé par le fait que la valeur de R est choisie égale à 1.

7/ Générateur selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé par le fait que tous les premiers moyens de calculs et les moyens de calcul de correction sont constitués par un processeur programmé effectuant lesdits opérateurs séquentiellement dans une période T .

8/ Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la période T correspond à une fréquence d'échantillonnage non inférieure à 4.800 Hz.

9/ Générateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les calculs sont effectués en binaire en utilisant des mots de 16 bits.

10/ Modem pour réception d'information par ligne téléphonique, caractérisé par le fait qu'il comprend un générateur selon l'une des revendications précédentes utilisé comme oscillateur local pour démoduler les signaux reçus sur ladite ligne.

F. Segaut
Risinger

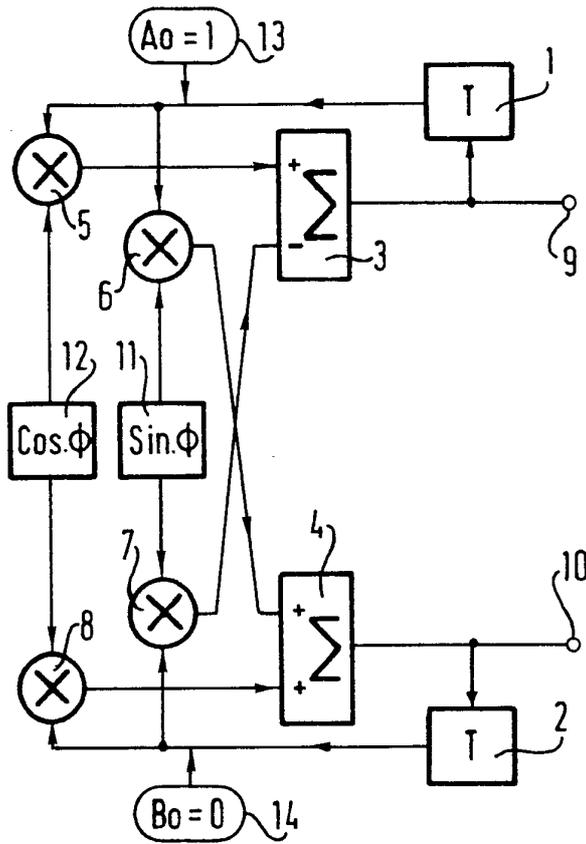


FIG. 1

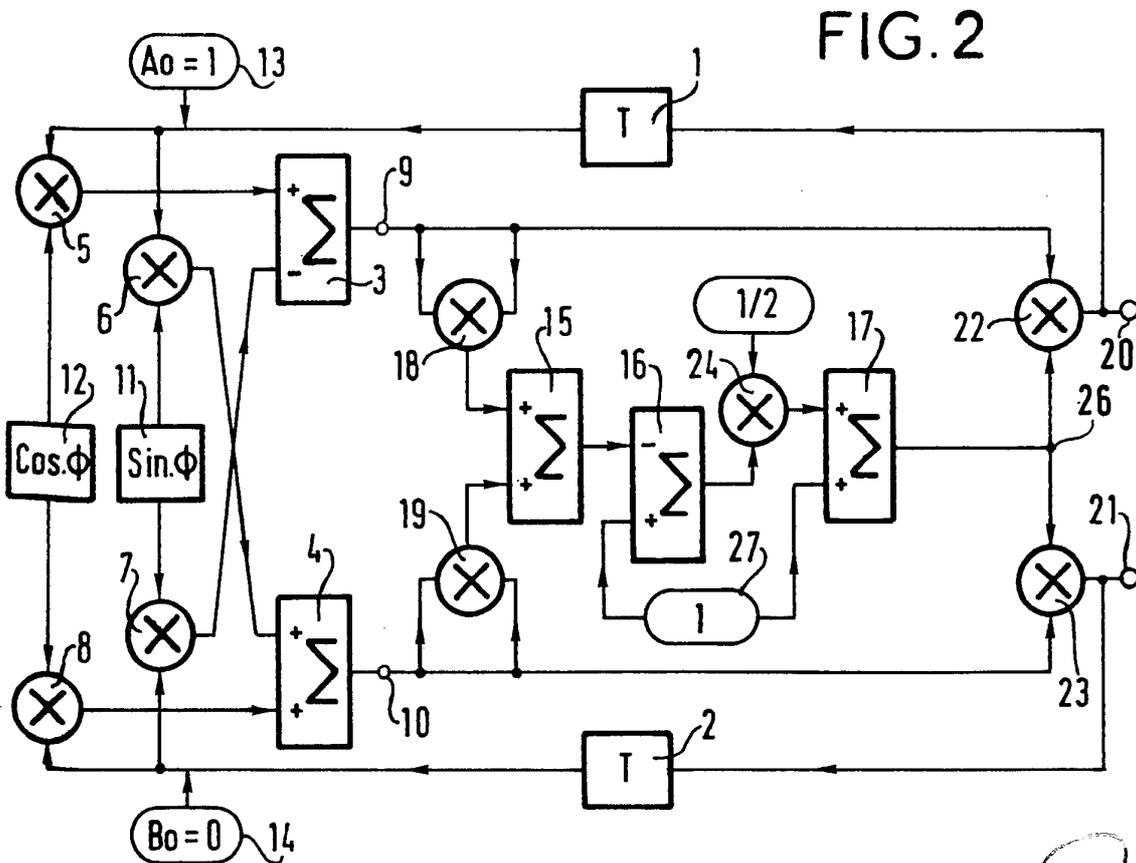
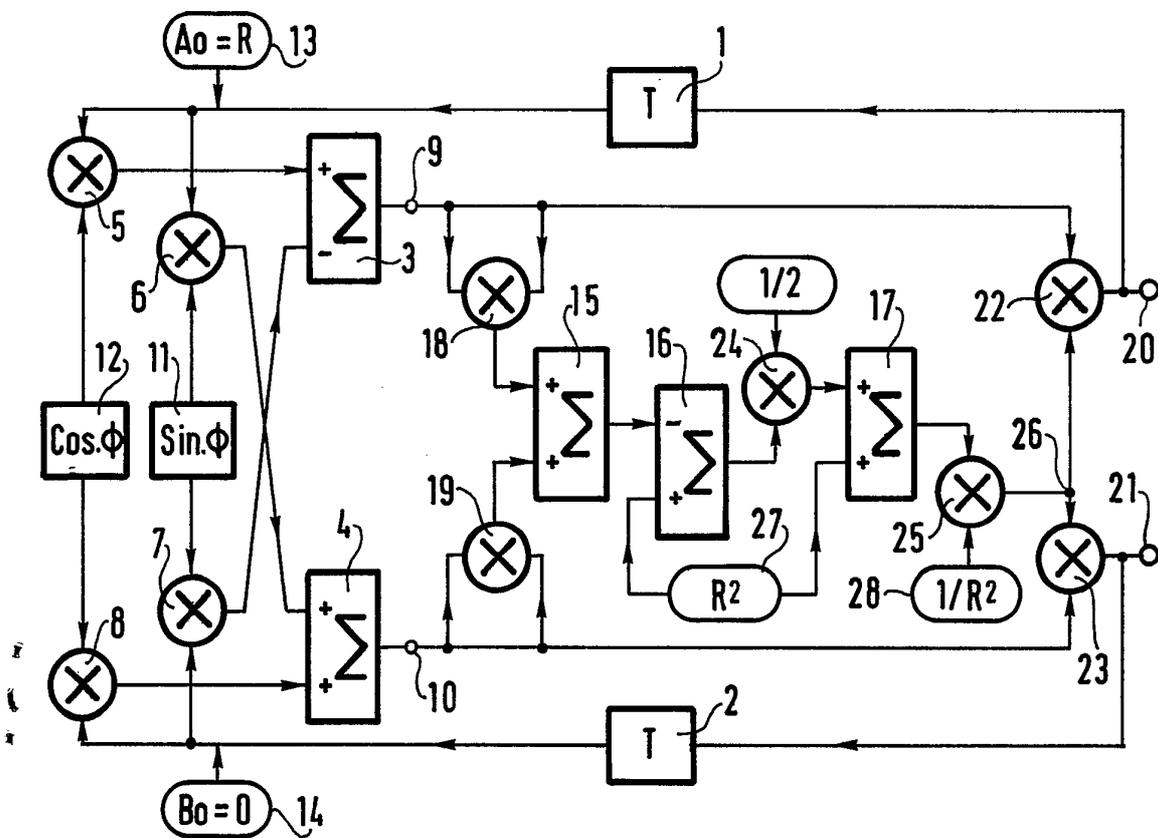


FIG. 2

Erfindung
 E. Segauert

FIG. 3



Proving
F. Segars