

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 640 742

②1 N° d'enregistrement national :

88 16757

⑤1 Int Cl⁵ : G 01 D 1/00; G 01 R 23/00 // G 01 P 3/44.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19 décembre 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 25 du 22 juin 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : JAEGER. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Hervé Deschamps ; Michel Granjoux ; Ber-
nard Marteau.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Regimbeau, Martin, Schrimpf,
Warcoin et Ahner.

⑤4 Dispositif de commande de logomètre comprenant des moyens perfectionnés générant un signal numérique
représentatif de la fréquence du signal d'entrée.

⑤7 La présente invention concerne un dispositif de com-
mande de logomètre exploitant un signal d'entrée dont la
fréquence est proportionnelle à un paramètre à visualiser,
caractérisé par le fait qu'il comprend un compteur 140 qui
reçoit sur son entrée de comptage un signal d'horloge Fe de
fréquence fixe, et sur son entrée de commande un signal dont
la fréquence est liée à la fréquence du signal d'entrée, afin que
le compteur 140 compte les impulsions du signal d'horloge
pendant la période du signal appliqué sur son entrée de
commande, et un diviseur 150 qui divise une constante pro-
grammable E(e) par le signal issu du compteur 140, de sorte
que l'on dispose en sortie du diviseur 150 d'un signal numé-
rique représentatif de la fréquence du signal d'entrée.



FR 2 640 742 - A1

D

La présente invention concerne le domaine des logomètres, c'est-à-dire des dispositifs comprenant plusieurs bobines croisées, soit de préférence deux bobines croisées à 90°, un axe guidé à rotation, un aimant solidaire de l'axe placé à l'intérieur des bobines, une aiguille
5 indicatrice externe aux bobines et solidaire de l'axe, et des moyens de commande appliquant des signaux électriques appropriés aux bobines.

Le plus souvent les logomètres comprennent également une coupelle fixe contenant un liquide d'amortissement, dans lequel baigne l'aimant.

10 Chacune des bobines génère un champ magnétique proportionnel au courant qui la traverse. L'aimant se positionne selon la résultante de ces champs. Pour un logomètre à deux bobines, l'angle défini par l'aiguille indicatrice, par rapport à une position d'origine est donc déterminé par la relation $\tan^{-1} I_1/I_2$, dans laquelle I_1 et I_2
15 représentent une valeur proportionnelle aux ampères-tours circulant respectivement dans les bobines.

Dans le domaine automobile, les logomètres à grande déviation sont utilisés généralement pour visualiser une vitesse ou le nombre de tours de rotation du moteur. Les logomètres à grande
20 déviation comprennent généralement un spiral de rappel solidaire de l'axe.

La structure et le fonctionnement des logomètres sont bien connus de l'homme de l'art et ne seront donc pas décrits plus en détail par la suite.

25 La présente invention concerne plus précisément les moyens de commande conçus pour appliquer des signaux électriques appropriés sur les bobines d'un logomètre.

On a déjà proposé de nombreux moyens de commande à cet effet, par exemple dans les documents US-A-2 057 845, DE-A-853 181,
30 US-A-2 500 628, US-A-3 168 689, US-A-3 327 208, US-A-3 329 893, US-A-3 624 625, US-A-3 636 447, US-A-3 732 436, US-A-3 946 311, US-A-4 051 434, US-A-4 070 665, DE-A-2 924 617, US-A-4 230 984 et EP-A-0 218 737.

La présente invention a maintenant pour but de proposer de nouveaux moyens de commande permettant d'améliorer la précision des logomètres tout en étant de structure simple et de prix raisonnable.

Un autre but de la présente invention est de proposer des
5 moyens de commande permettant d'opérer un affichage sur 360°.

Selon un premier aspect, les buts précités sont atteints grâce à des moyens de commande de logomètre exploitant un signal d'entrée dont la fréquence est proportionnelle à un paramètre à visualiser, et comprenant à cet effet un compteur qui reçoit sur son
10 entrée de comptage un signal d'horloge de fréquence fixe, et sur son entrée de commande un signal dont la fréquence est liée à la fréquence du signal d'entrée afin que le compteur compte les impulsions du signal d'horloge pendant la période du signal appliqué sur son entrée de commande et un diviseur qui divise une constante programmable par le
15 signal issu du compteur de sorte que l'on dispose en sortie du diviseur d'un signal numérique représentatif de la fréquence du signal d'entrée.

Selon un second aspect, ces buts sont atteints selon la présente invention grâce à des moyens de commande comprenant un module sensible à la pente du signal représentatif du paramètre à
20 visualiser.

Selon un troisième aspect, les buts précités sont atteints, selon la présente invention, grâce à des moyens de commande comprenant des moyens aptes à générer un signal numérique représentatif du paramètre à visualiser, des moyens de mémoire définissant un codage du
25 signal numérique sur la base d'une loi préétablie, du type sinus, cosinus ou tangente, les moyens de mémoire étant adressés par des bits de poids intermédiaires du signal numérique et des moyens d'interpolation aptes à corriger le signal issu des moyens de mémoire, sur la base des bits de poids faible du signal numérique.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et en regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- 5 - la figure 1 représente une vue schématique, sous forme de blocs fonctionnels de moyens de commande conformes à un mode de réalisation préférentiel de la présente invention,
- la figure 2 représente un tableau de valeurs de fréquences maximales acceptables en fonction de données programmées sur les entrées du
10 dispositif,
- la figure 3 représente un tableau de valeurs de fréquences minimales acceptables en fonction de données programmées sur les entrées du dispositif,
- la figure 4 représente, sous forme de blocs fonctionnels, un lissage
15 d'échantillons,
- la figure 5 représente, sous forme d'un organigramme, une limitation de pente,
- la figure 6 représente des valeurs, répondant à une loi en sinus/cosinus, contenues dans une table de mémoire,
- 20 - la figure 7 représente schématiquement la structure d'étages de puissance attaquant les bobines du logomètre,
- la figure 8 représente sous forme de tableau le sens des courants dans les bobines et identifie les étages de puissance rendus conducteur en fonction du quadrant considéré,
- 25 - la figure 9 représente la structure d'un bloc logique de sortie,
- la figure 10 représente un organigramme du cadencement général du dispositif, et
- la figure 11 représente sous forme d'organigramme le fonctionnement d'un module à hystérésis.

30 Les moyens de commande conformes au mode de réalisation préférentiel de la présente invention, représentés sur la figure 1 annexée

comprennent essentiellement, un étage d'entrée 100 destiné à générer un signal numérique représentatif de la fréquence du signal d'entrée F_s , laquelle fréquence F_s est elle-même proportionnelle au paramètre à visualiser, un étage de traitement intermédiaire 200, un étage de codage 300 et un étage de sortie 400.

Selon la figure 1, l'étage d'entrée 100 comprend un module trigger d'entrée 110, un module prédiviseur 120, un module diviseur de fréquence d'horloge 130, un compteur 140 travaillant en périodemètre et un diviseur programmable 150.

Le signal d'entrée dont la fréquence F_s représente le paramètre à visualiser est appliqué sur le module trigger 110.

Le module trigger 110 assure de façon connue en soi la mise en forme du signal d'entrée sous forme de créneaux logiques de même fréquence F_s .

Le signal issu du module trigger 110 est appliqué au module prédiviseur 120. Celui-ci assure une division de la fréquence d'entrée F_s par un facteur 2^A avec A entier compris entre 0 et $2^a - 1$, programmable par a entrées 122 du module 120. Le facteur de division 2^A peut donc prendre 2^a valeurs. Le signal obtenu en sortie du prédiviseur 120 est à la fréquence $F_s/2^A$.

Selon l'exemple illustré sur la figure 1 annexée, le prédiviseur 120 comprend $a = 2$ entrées de programmation 122. Il peut donc au choix diviser la fréquence d'entrée F_s par 1, 2, 4 ou 8.

Les moyens de commande exploitent un signal d'horloge de fréquence fixe F_o . Ce signal d'horloge peut être généré par exemple par un oscillateur à quartz classique en soi, non représenté sur les figures annexées.

Le signal d'horloge d'entrée est de préférence appliqué à un diviseur de fréquence 130. Celui-ci divise la fréquence d'entrée d'horloge F_o par un facteur B de sorte que l'on dispose à la sortie du diviseur 130 d'un signal d'horloge pilote approprié de fréquence $F_e = F_o/B$.

Le signal d'horloge pilote issu du diviseur 130 est appliqué à l'entrée de comptage 142 du compteur 140.

Les périodes de comptage du compteur 140 sont déterminées par le signal issu du prédiviseur 120, c'est-à-dire que le compteur 140 compte le nombre C d'impulsions issues du diviseur 130 à la fréquence F_e entre deux fronts consécutifs de même type, par exemple deux fronts montants, du signal issu du prédiviseur 120 à la fréquence $F_s/2^A$. Le compteur 140 travaille par conséquent en périodemètre. Il comprend D bits, par exemple 20 bits ; le passage au niveau haut du bit de poids le plus fort du compteur 140 détermine que la fréquence du signal d'entrée est inférieure à la fréquence minimale acceptable.

La valeur numérique C présentée à la sortie du compteur 140 est renouvelée à chaque front actif, par exemple chaque front montant, du signal issu du prédiviseur 120, et transférée au diviseur 150 à chaque demande de celui-ci.

Le diviseur 150 divise une constante programmable E par la grandeur d'entrée C issue du compteur 140. Il fournit le résultat G de la division E/C sur sa sortie 152.

La constante E est programmée par e entrées du diviseur 150, 6 entrées par exemple, de telle sorte que pour la valeur maximale admise de la fréquence d'entrée F_s , la division de E par la valeur numérique C corresponde à l'angle maximal de déviation.

Le diviseur 150 fournit le signal G sur H bits, par exemple sur 10 bits.

Le nombre H de bits en sortie du diviseur 150 est déterminé par $H > \log(360/I)/\log 2$, relation dans laquelle I représente la résolution d'affichage souhaitée.

La capacité du compteur 140, et donc le nombre de bits D en sortie de celui-ci sont choisis en fonction de la fréquence d'horloge F_e et de la fréquence minimale admissible.

Le nombre a de bits du prédiviseur 120, qui détermine le plus grand facteur de prédivision $2^{(2^a - 1)}$ est choisi en fonction de la plage de fréquences d'entrée à traiter.

Selon l'invention, on impose un nombre minimal d de bits en sortie du compteur 140, pour la période minimale de comptage Cmin, soit à la fréquence d'entrée Fs maximale, FsMax, tel que $d = H + 1$.

Selon l'exemple précité, si le nombre H de bits en sortie du
 5 diviseur 150 est égal à 10, cela conduit à choisir pour Cmin un nombre minimal de 11 bits, soit $Cmin \geq 2048$.

Plus précisément, on choisit le facteur de prédivision 2^A dans le prédiviseur 120 de sorte que l'on ait toujours $2^{H+1} \leq Cmin < 2^{H+2}$, soit $2048 \leq Cmin < 4096$ selon l'exemple précité.

10 Par ailleurs, on code E, tel que $E_{(e)} = 2^H [2^{h_1} (2^{h_2} + h_3)]$, relation dans laquelle :

h_3 est un entier compris entre 0 et $2^e - 1$,

h_1 et h_2 sont des entiers tels que $h_1 + h_2 = H + 1$

et $h_2 = e$.

15 Selon l'exemple particulier précité, bien entendu non limitatif, on a

- a (nombre de bits du prédiviseur 120) = 2,

- facteurs possibles de division de fréquence dans le prédiviseur
 $120 : 2^A = 1, 2, 4$ ou 8,

20 - fréquence Fo du signal d'horloge en entrée : 4,194304MHz,

- facteur de division B du diviseur 130 = 8,

- fréquence Fe du signal d'horloge pilote : 524288 Hz,

- nombre de bits du compteur 140 : 20,

- nombre de bits e pour la programmation de la constante E : 6,

25 - nombre de bits du diviseur 150 : 10,

- valeur de la constante E :

$$2^{10} [2^5 (2^6 + h_3)] = 2^{15} (64 + h_3),$$

- angle maximum de déviation : 360°,

- résolution : 0,35°,

30 - gamme de fréquence d'entrée pouvant correspondre à une déviation de
 360° : 129 à 2048 Hz,

- précision sur la déviation à pleine échelle meilleure que $\pm 0,75\%$.

On a donné sur le tableau annexé de la figure 2, les facteurs 2^A et h_3 à imposer à l'aide des a bits et e bits de commande respectivement pour obtenir une déviation pleine échelle de 360° à la fréquence d'entrée maximale FsMax, dans le cadre de l'exemple précité. Par exemple pour Fs Max = 655,36 Hz on programmera le a bits du module 120, tel que $2^A = 4$ et on programmera les e bits du module 150, tel que $h_3 = 36$.

Un tel tableau pourra être déterminé pour d'autres exemples de réalisation en calculant les valeurs

$$FsMax = Fe \times 2^A / [2^{h_1}(2^{h_2} + h_3)] \text{ en fonction de a et e.}$$

On a par ailleurs donné sur le tableau annexé en figure 3, la fréquence minimale du signal d'entrée Fs acceptable en fonction du facteur de prédivision 2^A . Cette fréquence minimale correspond à la période maximale mesurable déterminée par l'activation du Dième bit du compteur 140.

On obtient en sortie du diviseur 150 un signal numérique sur H bits qui est proportionnel à la fréquence du signal d'entrée et à l'angle de déviation recherché du logomètre.

Le signal obtenu à la sortie du diviseur programmable 150 est dirigé vers l'étage de traitement 200.

Ce dernier comprend un module 210 qui établit une moyenne glissante sur K bits et un module 250 limiteur de pente.

Comme illustré sur la figure 4, le module 210 comprend à cet effet K registres 212, 214, 216 et 218, 2 pointeurs 220, 222 et un additionneur/soustracteur 230. Les signaux issus de la sortie du diviseur 150 sont introduits successivement dans les registres 212, 214, 216, 218. Le pointeur 220 contient l'adresse du registre 212 à 218 ayant reçu le dernier un signal issu du diviseur 150. Le pointeur 222 contient au contraire l'adresse du registre 212 à 218 ayant reçu le premier un signal

issu du diviseur 150. L'additionneur/soustracteur 130 contient un nombre égale à la somme des contenus des K registres 212 à 218.

Lorsqu'une valeur nouvelle est présentée à la sortie du diviseur programmable 150, le contenu du registre 212 à 218 identifié par le pointeur 222 est retranché du contenu de l'additionneur/soustracteur 230, les adresses des pointeurs 220, 222, sont incrémentées d'un pas, la valeur nouvelle disponible à la sortie du diviseur 150 est insérée dans le registre 212 à 218 identifié par le pointeur 220, et le contenu de ce même registre est ajouté au contenu de l'additionneur/soustracteur 130.

Dans l'hypothèse où le diviseur programmable 150 fournit son signal de sortie sur H bits et le module 210 réalise une moyenne glissante sur 4 échantillons et contient par conséquent 4 registres 212 à 218, l'additionneur/soustracteur 230 contient H+2 bits, soit 12 bits dans l'exemple précité où le diviseur 150 fournit son signal sur 10 bits. Le contenu de l'additionneur/soustracteur 130 est transféré après chaque opération de soustraction/addition précitée au module 250, avec un décalage vers la droite de k bits tel que $K = 2^k$. En d'autres termes, les k bits de poids le plus faible du contenu de l'additionneur/soustracteur 230 sont éliminés lors du transfert dans le module 250.

Ce module 250 a pour fonction de limiter la pente du signal. Il procède comme indiqué sur la figure 5 en comparant la valeur moyenne, soit AFm fournie à un instant donné à la sortie du module 210 à la valeur correspondante précédente, que l'on appellera AFmp.

Cette valeur AFmp est pour cela mémorisée dans un registre ou une cellule de mémoire appropriée. Le module 250 fournit à sa sortie un signal AFs.

Si à l'étape 252, le module 250 détermine que $AFm \geq AFmp$ la pente du signal croît, on passe à l'étape 254 au cours de laquelle le module 250 compare la différence ($AFm - AFmp$) à un seuil prédéterminé D1.

Si $AF_m - AF_{mp} > D1$, la pente croissante du signal dépasse le seuil autorisé, le module 250 impose alors $AF_s = AF_{mp} + D1$ à l'étape 256.

Si par contre le module 250 détermine à l'étape 254 que
 5 $AF_m - AF_{mp} \leq D1$, on passe à l'étape 258 qui rend le signal AF_s égal à AF_m .

Si à l'étape 252, le module 250 détermine que $AF_m < AF_{mp}$, la pente du signal décroît, on passe à l'étape 260 au cours de laquelle le module 250 compare la différence ($AF_{mp} - AF_m$) à un seuil prédéterminé
 10 $D2$.

Si $AF_{mp} - AF_m > D2$, la pente décroissante du signal dépasse le seuil autorisé $D2$, le module 250 impose alors $AF_s = AF_{mp} - D2$ à l'étape 262.

Si par contre le module 250 détermine à l'étape 260 que
 15 $AF_{mp} - AF_m \leq D2$, on passe à l'étape 264 qui rend le signal AF_s égal à AF_m .

A l'étape 266 la valeur moyenne précédente mémorisée AF_{mp} est rafraîchie à la valeur AF_s nouvelle. Cette valeur est dirigée vers le module de codage 300. Ce module 300 comprend des moyens de mémoire 310 et un interpolateur 350. Les moyens de mémoire 310 sont
 20 de préférence formés d'une ROM, ils peuvent cependant être formés de tout moyen fonctionnellement équivalent, par exemple une structure connue sous la dénomination PLA et décrite notamment dans "Integrated Circuit Engineering - Glaser et Subak - Sharpe, Addison - Wesley p 726",
 25 ou encore une structure logique combinatoire à portes.

La valeur de AF_s est fournie à la sortie du module 250 sur R bits, par exemple 10 bits et appliquée à l'étape de codage 300.

Pour un affichage pleine échelle sur 360° , les 2 bits de poids le plus fort du signal AF_s que l'on appellera $SQ(1)$ et $SQ(0)$ par la
 30 suite codent le quadrant, soit arbitrairement premier quadrant pour

SQ(1) = 0 et SQ(0) = 0, deuxième quadrant pour SQ(1) = 0 et SQ(0) = 1, troisième quadrant pour SQ(1) = 1 et SQ(0) = 0 et quatrième quadrant pour SQ(1) = 1 et SQ(0) = 1.

Les r_1 bits de poids intermédiaire, par exemple $r_1 = 4$ vont servir à adresser les moyens de mémoire 310.

Les r_2 bits de poids le plus faible du signal AFs, par exemple $r_2 = 4$, vont servir à piloter l'interpolateur 350.

Les moyens de mémoire 310 contiennent 2^{r_1} mots de M bits représentant les valeurs de $\sin [90^\circ \times N]/2^{r_1}$ avec N entier compris entre 1 et 2^{r_1} .

On a ainsi la valeur de sinus $[(90^\circ \times N)/2^{r_1}]$ à l'adresse N dans les moyens de mémoire 310 et la valeur de cosinus $[(90^\circ \times N)/2^{r_1}]$ à l'adresse $(2^{r_1} - N)$.

On a représenté sur la figure 6 annexée, dans l'hypothèse où $r_1 = 4$, les $2^{r_1} = 16$ valeurs mémorisées dans les moyens 310, aux adresses N.

On supposera pour la suite de l'exposé que le logomètre comprend deux bobines croisées à 90° , référencées B1 Et B2, destinées à recevoir respectivement des signaux de type sinus et cosinus.

Les moyens 310 sont associés à une logique de pointage pilotés par les deux bits SQ(1), SQ(0) de poids le plus fort issus du module 250.

Pour la détermination des signaux du type sinus à appliquer à la bobine B1, la logique de pointage lit la valeur contenue à l'adresse N si l'avant dernier bit de poids le plus élevé, SQ(0) est à 0 ; en revanche elle lit la valeur contenue à l'adresse $(2^{r_1} - N)$ si l'avant dernier bit de poids le plus élevé SQ(0) est à 1;

De même pour la détermination des signaux de type cosinus à appliquer à la bobine B2, la logique de pointage lit la valeur contenue à l'adresse $(2^{r_1} - N)$ si l'avant dernier lit le poids le plus élevé SQ(0) est à 0 ; en revanche elle lit la valeur contenue à l'adresse N si l'avant dernier bit de poids le plus élevé SQ(0) est à 1.

Les valeurs qui sont lues ainsi par la logique de pointage représentent grossièrement le sinus respectivement le cosinus, de l'angle de déviation recherché.

Ces valeurs sont ensuite affinées dans le module d'interpolation 250 sur la base des r_2 bits de poids le plus faible issus du module 250.

Le module d'interpolation 350 procède comme suit, en appelant : $R(N)$ le contenu des moyens 310 à l'adresse N ; IP la valeur décimale correspondant au r_2 bits de poids le plus faible issus du module 250 ; Rcs un signal de sinus et Rcc un signal de cosinus calculés par le module 350 :

- a) si $SQ(1) = 0$ et $SQ(0) = 0$ soit pour le premier quadrant ou $SQ(1) = 1$ et $SQ(0) = 0$ soit pour le troisième quadrant :
- $$Rcs = R(N) + IP[(R(N+1) - R(N))/2^{r_1}] \quad \text{et}$$
- 15 si $N=1$, $Rcc = 1 - IP[1 - R(2^{r_1} - 1)]/2^{r_1}$,
 si $N \neq 1$, $Rcc = R(2^{r_1} - N) - IP[R(2^{r_1} - N) - R(2^{r_1} - 1 - N)]/2^{r_1}$;
- b) si $SQ(1) = 0$ et $SQ(0) = 1$ soit pour le deuxième quadrant ou $SQ(1) = 1$ et $SQ(0) = 1$ soit pour le quatrième quadrant:
- si $N=1$ $Rcs = 1 - IP[1 - R(2^{r_1} - 1)]/2^{r_1}$
- 20 si $N \neq 1$ $Rcs = R(2^{r_1} - N) - IP[R(2^{r_1} - N) - R(2^{r_1} - 1 - N)]/2^{r_1}$
 $Rcc = R(N) - IP[R(N+1) - R(N)]/2^{r_1}$.

Les signaux représentant les sinus et cosinus, issus du module d'interpolation 350, sont appliqués à l'étage de sortie 400.

Celui-ci comprend deux modules 410, 420 qui vont 25 déterminer des rapports cycliques liés aux signaux appliqués à l'entrée de l'étage 400, et un module logique de sortie 450.

Les modules 410, 420, sont formés de registres décompteurs. Périodiquement, à la période T_{RC} , les signaux issus de l'interpolateur 350 sont chargés respectivement dans ces registres 410, 30 420. Ceux-ci sont décrémentés avec une fréquence fixe F_{dec} . La sortie

412, 422, des modules 410, 420 est au niveau logique haut tant que le contenu des registres décompteurs n'est pas descendu à 0. La sortie 412, 422 des modules 410, 420 indique en revanche par un état logique bas si le retour à zéro du compteur a été réalisé.

5 On obtient ainsi sur les sorties 412, 422 des modules 410 et 420 des signaux logiques dont la durée au niveau haut est proportionnelle aux sinus et cosinus respectivement de l'angle de déviation recherché.

Par ailleurs, on prend

$$(2^M) \times \frac{1}{F_{dec}} = T_{RC},$$

10 Fdec on obtient ainsi à la sortie des modules 410 et 420, un signal carré de fréquence $1/T_{RC}$ et de rapport cyclique égal respectivement au sinus et au cosinus de l'angle de déviation recherché. On peut par exemple prendre $M = 8$ bits, $F_{dec} = 32768\text{Hz}$ et $1/T_{RC} = 128\text{ Hz}$.

15 Le bloc logique de sortie 450 a pour but de commander les étages de puissance alimentant les bobines du logomètre.

Comme illustré sur la figure 7 annexée, ces étages peuvent être formés de 8 transistors T_0 à T_7 connectés deux à deux avec leur trajet de conduction principal entre une borne d'alimentation $+V_{cc}$ et la
20 masse.

Les deux bobines B_1 et B_2 sont reliées entre les points communs à des paires de transistors T_0, T_4 ; T_1, T_5 ; T_2, T_6 ; T_3, T_7 associés.

Le bloc logique de sortie 450 reçoit en entrée, d'une part
25 les deux bits $SQ(1)$ et $SQ(0)$ de poids le plus fort du signal issu du module limiteur de pente 250, d'autre part les signaux R_{cs} et R_{cc} issus des modules 410, 420.

Le bloc logique de sortie 450 va déterminer le sens des courants traversant les bobines B_1 et B_2 en fonction du quadrant requis
30 identifié par les deux bits de poids fort $SQ(1)$ et $SQ(0)$ issus du module 250.

Par exemple, si ces deux bits sont aux niveaux 00, ce qui correspond à un premier quadrant Q_0 , le bloc 450 va imposer le passage du courant de B_{10} à B_{11} et de B_{20} à B_{21} selon la représentation de la figure 7 et rendre pour cela conducteurs les transistors T1, T4, T3, T6.

5 Si les deux bits de poids le plus fort issus du module 250 sont aux niveaux 01, ce qui correspond à un second quadrant Q_1 , le bloc 450 va imposer le passage du courant de B_{10} à B_{11} et de B_{21} à B_{20} et rendre conducteurs les transistors T1, T4, T2 et T7.

10 Si les deux bits de poids le plus fort issus du module 250 sont aux niveaux 1,0 ce qui correspond à un troisième quadrant Q_2 , le bloc 450 va imposer le passage du courant de B_{11} à B_{10} et de B_{21} à B_{20} et rendre conducteurs les transistors T0, T5, T2 et T7.

15 Enfin si les deux bits de poids le plus fort issus du module 250 sont aux niveaux 1, 1, ce qui correspond à un quatrième quadrant Q_3 , le bloc 450 va imposer le passage du courant de B_{11} à B_{10} et de B_{20} à B_{21} et rendre conducteurs les transistors T0, T5 et T3, T6.

Ces dispositions sont résumées sur la figure 8.

20 Les modules des courants traversant les bobines sont donnés par la modulation temporelle d'un courant I_0 , traversant les transistors conducteurs, par les signaux Rcs et Rcc issus des modules 410, 420, qui sont appliqués selon un ordre approprié sur les bases ou gâchettes G0 à G7 des transistors.

Pour cela, le bloc logique de sortie 450 peut prendre la forme représentée sur la figure 9 annexée.

25 Selon la figure 9, le module 450 comprend une porte OU exclusif 452 à deux entrées, deux inverseurs 454, 456, 4 portes ET 458, 462, 466, 470 à deux entrées et quatre portes OU à 2 entrées dont une entrée inverseuse.

30 Selon la représentation donnés sur la figure 9, on appelle RCs le signal issu du module 410 et représentatif d'un sinus, Rcc le

signal issu du module 420 et représentatif d'un cosinus, SQ(1) le bit de poids le plus fort issu du module 250 et SQ(0) le bit de poids immédiatement inférieur issu du module 250.

La porte 452 reçoit sur ses entrées les signaux SQ(1) et
5 SQ(0).

L'inverseur 454 reçoit en entrée le signal SQ(1) tandis que l'inverseur 456 reçoit en entrée le signal SQ(0).

Les entrées de la porte 458 reçoivent le signal Rcs et le signal issu de l'inverseur 454. La sortie de la porte 458 est reliée à la
10 gâchette G1 du transistor T1.

L'entrée inverseuse de la porte 410 reçoit le signal Rcs tandis que son entrée non inverseuse reçoit le signal SQ(1). La sortie de la porte 460 est reliée à la gâchette G4 du transistor T4.

Les entrées de la porte 462 reçoivent le signal Rcs et le
15 signal SQ(1). La sortie de la porte 462 est reliée à la gâchette Go du transistor To.

L'entrée inverseuse de la porte 464 reçoit le signal Rcs tandis que son entrée non inverseuse reçoit le signal issu de l'inverseur 454. La sortie de la porte 464 est reliée à la gâchette G5 du transistor
20 T5.

Les entrées de la porte 466 reçoivent le signal Rcc et le signal issu de l'inverseur 456. La sortie de la porte 466 est reliée à la gâchette G3 du transistor T3.

L'entrée inverseuse de la porte 468 reçoit le signal Rcc
25 tandis que son entrée non inverseuse est reliée à la sortie de la porte 452. La sortie de la porte 468 est reliée à la gâchette G6 du transistor T6.

Les entrées de la porte 470 reçoivent le signal Rcc et le signal issu de la porte 452. La sortie de la porte 470 est reliée à la
30 gâchette Q2 du transistor T2.

L'entrée inverseuse de la porte 472 reçoit le signal Rcc tandis que son entrée non inverseuse reçoit le signal issu de l'inverseur 456. La sortie de la porte 472 est reliée à la gâchette G7 du transistor T7.

5 Le cadencement du dispositif de commande est opéré comme illustré schématiquement sur la figure 10 annexée.

En référence à la figure 10, on appelle FLAGO l'apparition d'un signal de validation en sortie du compteur 140 ou prédiviseur 120, indiquant qu'une valeur C est disponible à la sortie du compteur 140, et
10 on appelle FLAG1 l'apparition d'un signal de validation en sortie des modules 410, 420 indiquant que ceux-ci sont prêts à recevoir de nouvelles données en provenance de l'étape de codage 300.

Sur la figure 10, l'étape 500 illustre une étape d'initialisation.

15 A l'étape suivante 502 le système examine si FLAGO est validé.

Si oui, il passe successivement aux étapes 504 : chargement du contenu C du compteur 140 dans le diviseur 150, 506 : opération de division $E(e)/C$ dans le module 150, et 508 : progression de la moyenne
20 glissante dans le module 210.

L'étape 508 est suivie de l'étape 510.

De même l'étape 502 est suivie de l'étape 510 s'il est déterminé à l'étape 502 que le signal FLAGO n'est pas validé.

Au cours de l'étape 510 le module 250 limite la pente du
25 signal comme indiqué précédemment. L'étape 510 est suivie de l'étape 512. Celle-ci correspond au calcul du sinus et cosinus dans l'étape de codage 300.

L'étape 512 est suivie de l'étape 514. Au cours de celle-ci le système examine si le signal FLAG1 est validé.

30 Si oui, il passe à l'étape 516 de chargement des registres décompteurs 410, 420. L'étape 516 est suivie de l'étape 502.

Si l'étape 514 détermine que le signal FLAG1 n'est pas validé, cette étape se reboucle sur elle-même.

On notera que le module limiteur de pente 250 opère une limitation angulaire. Celle-ci est transformée en limitation de la dérivée première de l'angle par rapport au temps (soit en une limitation de vitesse angulaire) grâce à l'insertion de la boucle d'arrêt 514 dans la branche contenant l'opération de limitation de pente.

Bien entendu la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation particulier qui vient d'être décrit mais s'étend à toutes variantes conformes à son esprit.

Selon une première variante, le module 210 établissant la moyenne glissante peut être placé avant le diviseur programmable 150 et non après celui-ci.

Selon une seconde variante, le module 210 établissant la moyenne glissante peut être remplacé par un module générant un effet d'hystérésis, c'est-à-dire ne prenant en compte les échantillons du module qui le précède, que si les échantillons diffèrent des échantillons immédiatement antérieurs d'un seuil prédéterminé.

Le fonctionnement de cette variante du module 210 est schématisé sur la figure 11 annexée.

En regard de la figure 11, on appelle Q l'échantillon issu du module (140 ou 150) précédent le module à hystérésis 210, et Qp l'échantillon antérieur.

Cet échantillon Qp est pour cela mémorisé dans un registre ou une cellule de mémoire appropriée. Le module 210 fournit à sa sortie un signal Qs.

Si à l'étape 220, le module 210 détermine que $Q > Qp$ la pente du signal croît, on passe à l'étape 222 au cours de laquelle le module 210 compare la différence $Q - Qp$ à un seuil prédéterminé D3.

Si $Q - Qp > D3$, la pente croissante du signal atteint le seuil requis D3, le module 210 impose alors $Q3 = Q$ à l'étape 226.

Si par contre le module 210 détermine à l'étape 222 que $Q - Q_p \leq D_3$, on passe à l'étape 224 qui rend le signal Q_s égal à Q_p .

Si à l'étape 220, le module 210 détermine $Q < Q_p$ la pente de signal décroît, on passe à l'étape 228 au cours de laquelle le module
 5 210 compare la différence $Q_p - Q$ à un seuil prédéterminé D_4 .

Si $Q_p - Q > D_4$, la pente décroissante du signal atteint le seuil requis D_4 , le module 210 impose alors $Q_s = Q$ à l'étape 232.

Si par contre le module 210 détermine à l'étape 230 que $Q_p - Q \leq D_4$, on passe à l'étape 230 qui rend le signal Q_s égal à Q_p .

10 A l'étape 234, la valeur précédente Q_p mémorisée est rafraîchie à la valeur Q_s nouvelle. Cette valeur est dirigée vers le module 250.

Selon une troisième variante, on peut mémoriser dans les moyens 310 des valeurs de tangentes échantillonnées sur 45° et non point des valeurs de
 15 sinus-cosinus échantillonnées sur 90° comme indiqué précédemment.

Dans ce cas, la déviation maximale de 360° est codée en 8 octants de 45° par les 3 bits de poids le plus fort issus du module 250. Les $r_1 - 1$ bits de poids intermédiaires issus du module 250 sont utilisés pour adresser les moyens 310 et définir ainsi une valeur grossière de la
 20 tangente de la déviation recherchée. Les r_2 bits de poids les plus faibles sont utilisés pour affiner la valeur de cette tangente par interpolation comme indiqué précédemment.

L'une des bobines reçoit un courant d'intensité proportionnelle à la tangente obtenue, on l'appellera C_t par la suite. L'autre
 25 bobine reçoit un courant de référence d'intensité constante égal au courant appliqué à la première bobine pour $\tan 45^\circ$. Le courant de référence sera appelé C_r par la suite. Il y a lieu d'alterner le sens des courants et la nature des signaux appliqués sur la bobine selon la séquence suivante :

30 1er octant : la bobine B1 reçoit C_r dans un premier sens,
 la bobine B2 reçoit C_t dans un premier sens,

- 2ème octant : B1 reçoit Cr dans le premier sens,
B2 reçoit Ct dans le second sens,
- 3ème octant : B1 reçoit Ct dans le premier sens,
B2 reçoit Cr dans le second sens,
- 5 4ème octant : B1 reçoit Ct dans un second sens,
B2 reçoit Cr dans le second sens,
- 5ème octant : B1 reçoit Cr dans le second sens,
B2 reçoit Ct dans le second sens,
- 6ème octant : B1 reçoit Cr dans le second sens,
10 B2 reçoit Ct dans le premier sens,
- 7ème octant : B1 reçoit Ct dans le second sens,
B2 reçoit Cr dans le premier sens,
- 8ème octant : B1 reçoit Ct dans le premier sens,
B2 reçoit Cr dans le premier sens.
- 15 Le cas échéant, les opérations fonctionnelles correspondant aux modules 150, 210 dans sa variante à hystérésis, 250 et 350 sont réalisées par traitement numérique.
- Enfin, on notera que les valeurs contenues dans les moyens de mémoire 310 peuvent ne pas correspondre rigoureusement à une loi
- 20 sinus/cosinus ou en tangente, mais être sensiblement décalées par rapport à ces lois théoriques, si des corrections sont nécessaires, par exemple en fonction des caractéristiques du logomètre.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif de commande de logomètre exploitant un signal d'entrée dont la fréquence est proportionnelle à un paramètre à visualiser, caractérisé par le fait qu'il comprend:

- un compteur (140) qui reçoit sur son entrée de comptage un signal d'horloge (Fe) de fréquence fixe, et sur son entrée de commande un signal dont la fréquence est liée à la fréquence du signal d'entrée, - afin que le compteur (140) compte les impulsions du signal d'horloge pendant la période du signal appliqué sur son entrée de commande, et
- un diviseur (150) qui divise une constante programmable E(e) par le signal issu du compteur (140), de sorte que l'on dispose en sortie du diviseur (150) d'un signal numérique représentatif de la fréquence du signal d'entrée.

2. Dispositif de commande de logomètre selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend en amont du compteur (140) un diviseur programmable de fréquence (120), qui reçoit sur son entrée le signal d'entrée dont la fréquence est proportionnelle au paramètre à visualiser et dont la sortie est reliée à l'entrée de commande du compteur (140).

3. Dispositif de commande de logomètre selon la revendication 2, caractérisé par le fait que le diviseur programmable de fréquence (120) définit des facteurs de programmation 2^A programmables sur a bits avec A entier compris entre 0 et $(2^a - 1)$.

4. Dispositif de commande de logomètre selon la revendication 3, caractérisé par le fait que $a = 2$.

5. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le nombre (H) de bits du diviseur (150) est supérieur à $\log(360/I)/\log 2$, relation dans laquelle I représente la résolution recherchée.

6. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la constante programmable $[E(e)]$ utilisée par le diviseur est programmée sur e bits et de la forme :

5 $2^H[2^{h1}(2^{h2} + h3)]$ relation dans laquelle :

$h3$ est en entier compris entre 0 et $2^e - 1$ programmé par les e bits,

H représente le nombre de bits du diviseur (150),

$h2 = e$, et

$h1$ est un entier tel que $h1 = H - e + 1$.

10 7. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 1 à 6 prise en combinaison avec la revendication 2, caractérisé par le fait que le facteur de division du diviseur programmable de fréquence (120) est programmé de sorte que la fréquence maximale admissible à la sortie du diviseur programmable de fréquence

15 (120) soit égale à $F_e/2^{H+1}$ relation dans laquelle :

F_e représente la fréquence d'horloge appliquée à l'entrée du compteur (140),

H représente le nombre de bits du diviseur (150).

20 8. Dispositif de commande de logomètre selon la revendication 6, caractérisé par le fait que la valeur entière $h3$ compris entre 0 et $2^e - 1$ programmée par e bits est déterminée de telle sorte que la fréquence maximale admissible à la sortie du diviseur programmable de fréquence (120) soit égale à $F_e/2^{h1}(2^{h2} + h3)$, relation dans laquelle :

25 (140). F_e représente la fréquence d'horloge appliquée à l'entrée du compteur

9. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 6 ou 8, caractérisé par le fait que $e = 6$ bits.

30 10. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que le diviseur (140) a une capacité de 20 bits.

11. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que le diviseur programmable (150) fournit son résultat en sortie sur 10 bits.

5 12. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait que le diviseur (150) est suivi ou précédé d'un module de lissage (210) sur K échantillons.

13. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait que le diviseur (150) est suivi ou précédé d'un module à hystérésis (210).

10 14. Dispositif de commande de logomètre selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre en aval du diviseur, un limiteur de pente (250), un étage de codage en sin/cos ou tan (310) et un étage de sortie (400) comprenant des modules
15 aux signaux issus de l'étage de codage.

20

25

30

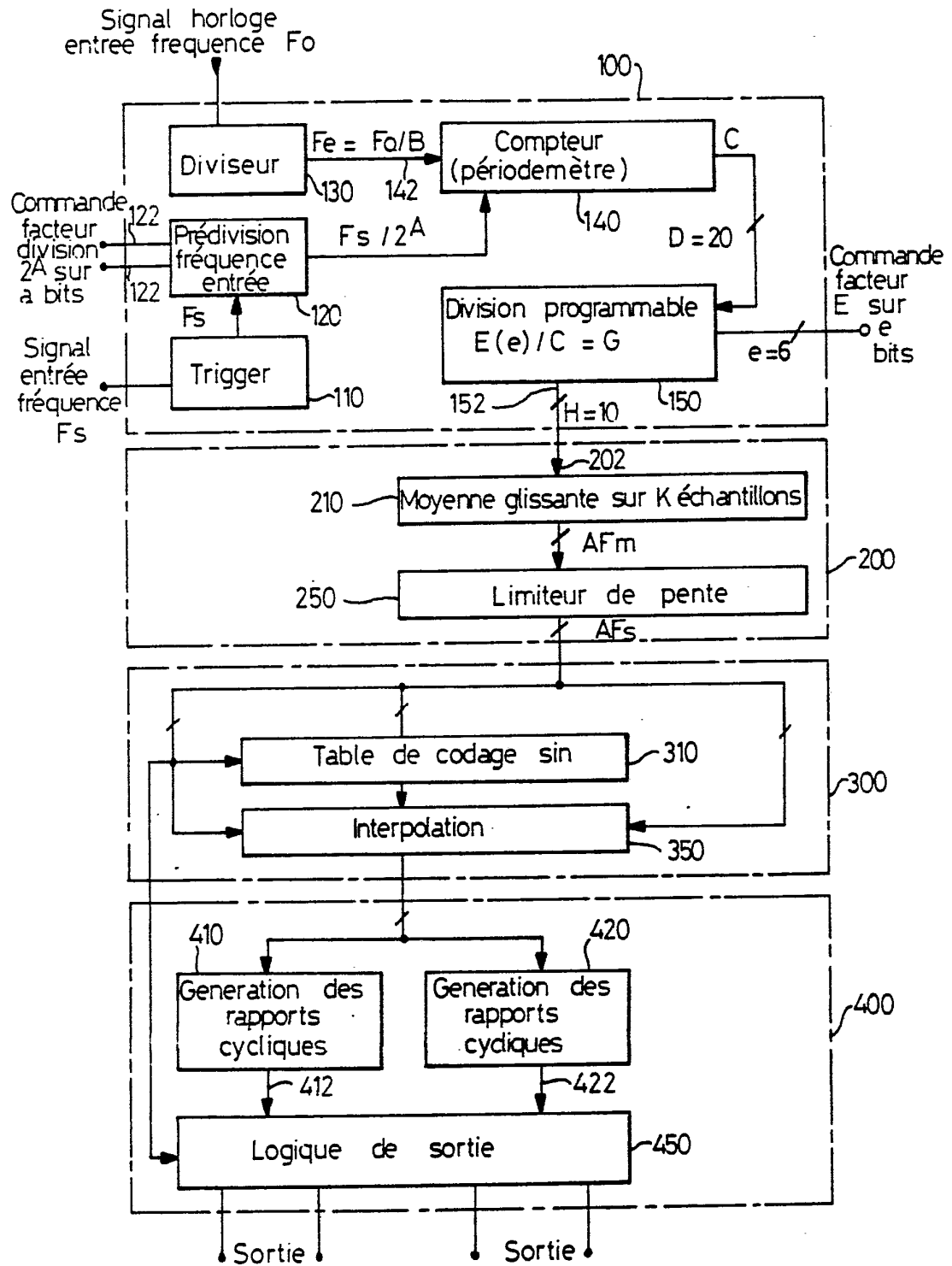


FIG. 1

FIG_2

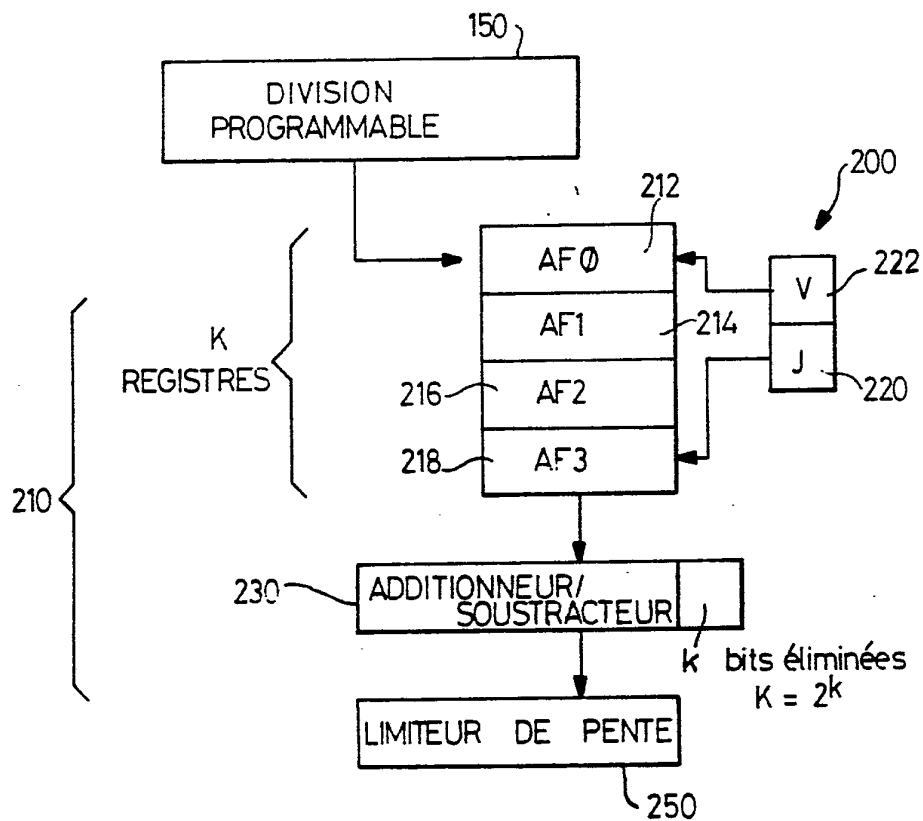
2 / 7 Fréquences max. acceptables
en entrée

$h_2 \backslash 24$	1	2	4	3
63	129,0079	258,0158	516,0315	1032,063
62	130,0318	260,0635	520,127	1040,254
61	131,072	262,144	524,288	1048,576
60	132,129	264,2581	528,5161	1057,032
59	133,2033	266,4065	532,813	1065,626
58	134,2951	268,5902	537,1803	1074,361
57	135,405	270,8099	541,6198	1083,24
56	136,5333	273,0667	546,1334	1092,267
55	137,6807	275,3614	550,7227	1101,445
54	138,8475	277,6949	555,3898	1110,78
53	140,0342	280,0684	560,1368	1120,274
52	141,2414	282,4828	564,9655	1129,331
51	142,4696	284,9391	569,8783	1139,757
50	143,7193	287,4386	574,8772	1149,754
49	144,9912	289,9823	579,9646	1159,929
48	146,2857	292,5715	585,1429	1170,286
47	147,6036	295,2072	590,4145	1180,829
46	148,9456	297,8909	595,7818	1191,564
45	150,3119	300,6239	601,2477	1202,495
44	151,7037	303,4074	606,8148	1213,63
43	153,1215	306,243	612,486	1224,972
42	154,566	309,1321	618,2642	1236,528
41	156,0381	312,0762	624,1524	1248,305
40	157,5385	315,0769	630,1539	1260,308
39	159,068	318,1359	636,2719	1272,544
38	160,6275	321,2549	642,5098	1285,02
37	162,2178	324,4357	648,8713	1297,743
36	163,84	327,68	655,36	1310,72
35	165,495	330,9899	661,9798	1323,96
34	167,1837	334,3674	668,7347	1337,469
33	168,9072	337,8144	675,6289	1351,258
32	170,6667	341,3334	682,6567	1365,333
31	172,4632	344,9264	689,8227	1379,705
30	174,2979	348,5957	697,1915	1394,383
29	176,172	352,3441	704,6882	1409,576
28	178,087	356,1739	712,3478	1424,696
27	180,044	360,0879	720,1758	1440,552
26	182,0445	364,0889	728,1778	1456,356
25	184,0869	368,1798	736,3596	1472,719
24	186,1818	372,3637	744,7273	1489,455
23	188,3218	376,6437	753,2874	1506,575
22	190,5116	381,0233	762,0465	1524,093
21	192,753	385,5059	771,0118	1542,024
20	195,0476	390,0963	780,1905	1560,381
19	197,3976	394,7952	789,5906	1579,181
18	199,8049	399,6098	799,2195	1598,439
17	202,2716	404,5432	809,0865	1618,173
16	204,8	409,6	819,2	1638,4
15	207,3924	414,7848	829,5696	1659,139
14	210,0513	420,1026	840,2051	1680,41
13	212,7792	425,5585	851,1169	1702,234
12	215,579	431,1579	862,3158	1724,632
11	218,4534	436,9067	873,8134	1747,627
10	221,4054	442,8108	885,6216	1771,243
9	224,4384	448,8757	897,7534	1795,507
8	227,5556	455,1111	910,2222	1820,445
7	230,7606	461,5211	923,0422	1846,085
6	234,0572	468,1143	936,2286	1872,457
5	237,4493	474,8986	949,7971	1899,594
4	240,9412	481,8824	963,7647	1927,529
3	244,5373	489,0746	978,1492	1956,299
2	248,2424	496,4849	992,9698	1985,94
1	252,0616	504,1231	1008,246	2016,492
0	256	512	1024	2048

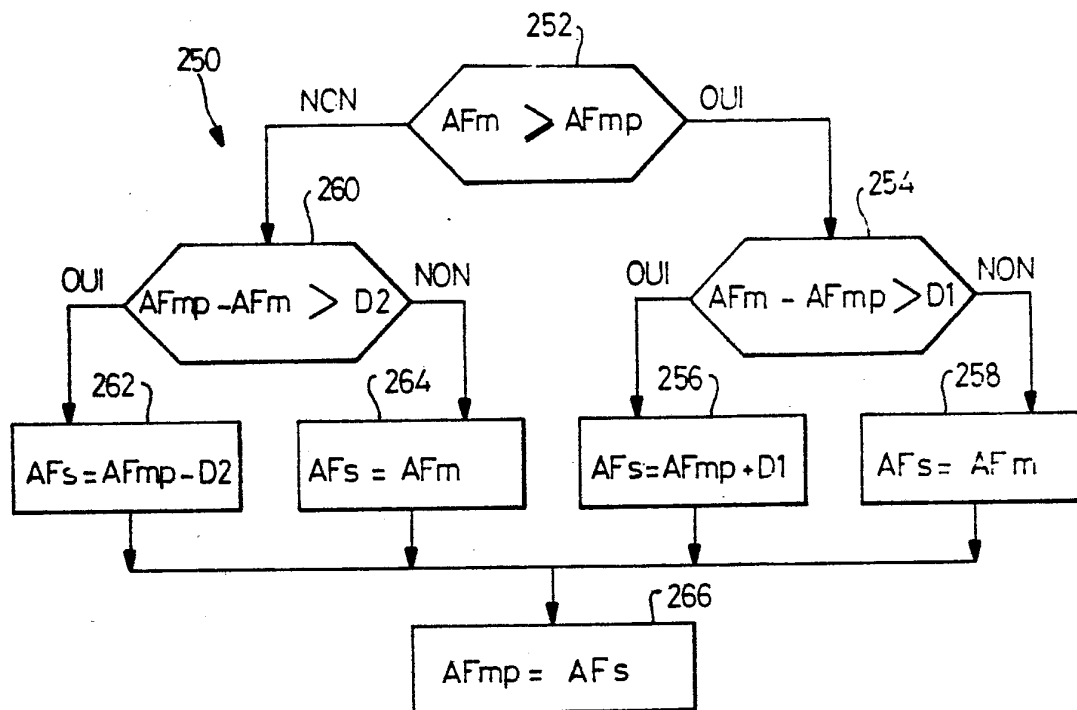
3/7

Fréquence min. acceptable en entrée

2^A	Fs min (Hz)
1	1
2	2
4	4
8	8

FIG. 3FIG. 4

417

FIG.5

Contenu des moyens 310	Adresse
0	1
0,088	2
0,195	3
0,290	4
0,383	5
0,471	6
0,556	7
0,634	8
0,707	9
0,773	10
0,831	11
0,882	12
0,924	13
0,957	14
0,98	15
0,995	16

FIG.6

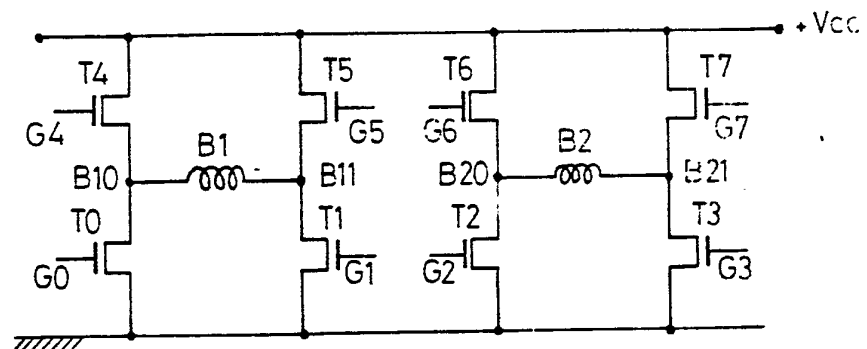
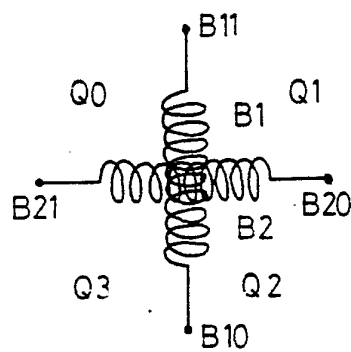


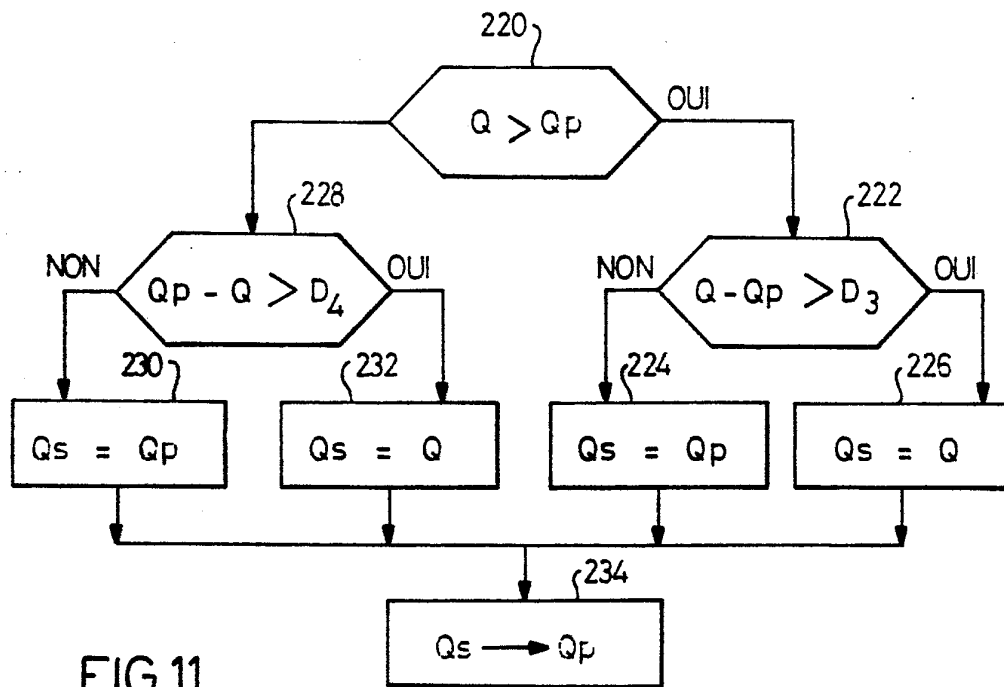
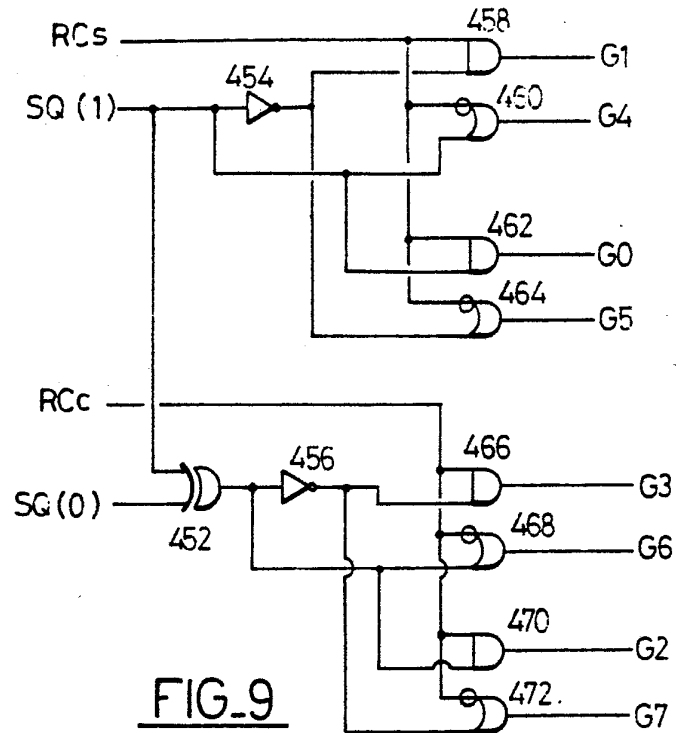
FIG. 7

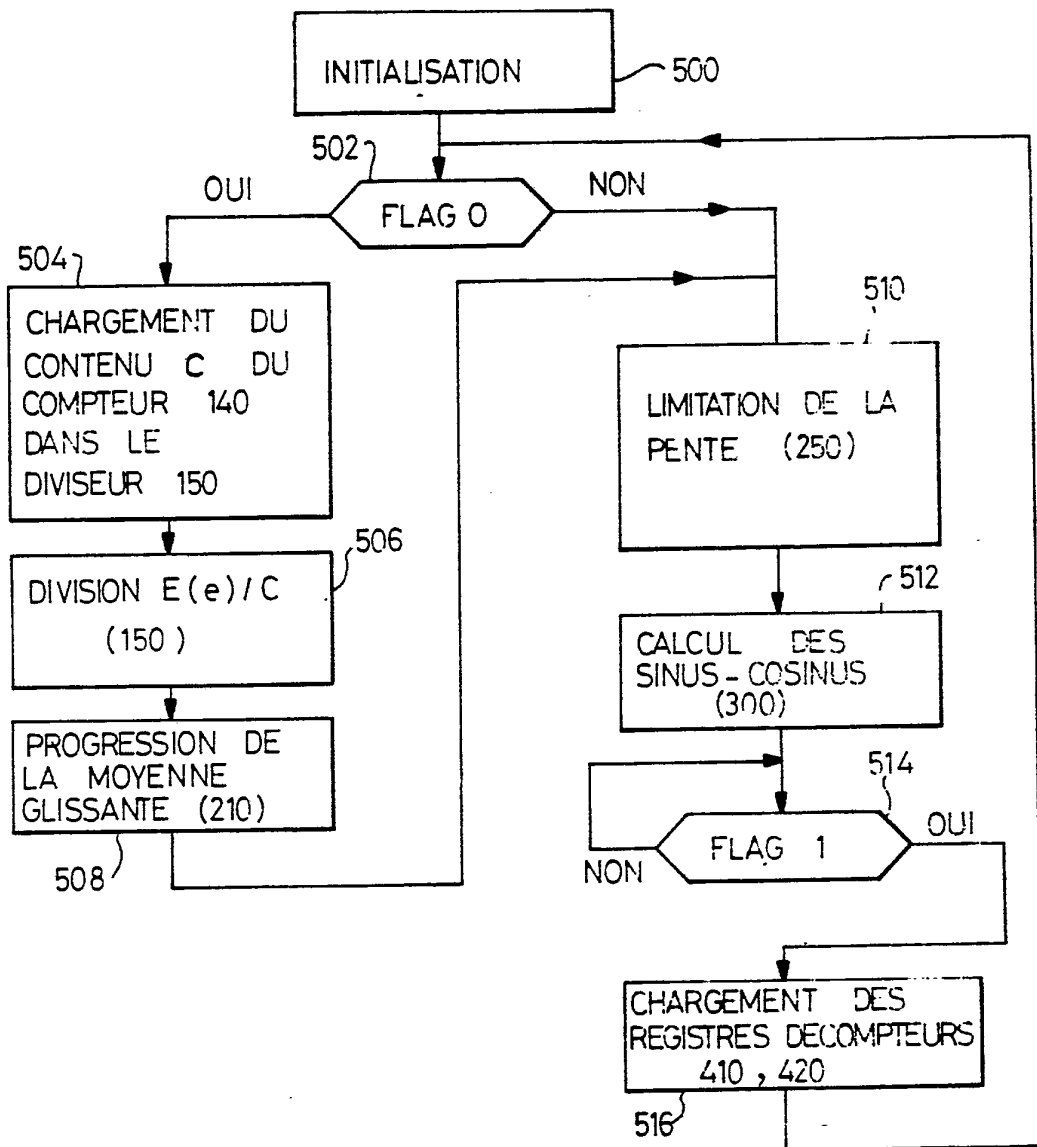


2 BITS DE POIDS LE PLUS FORT EN SORTIE DE 250		SENS DU COURANT	TRANSISTORS CONDUCTEURS
SQ (1)	SQ (0)		
0	0	B10 → B11, B20 → B21	T1, T4, T3, T6
0	1	B10 → B11, B21 → B20	T1, T4, T2, T7
1	0	B11 → B10, B21 → B20	T0, T5, T2, T7
1	1	B11 → B10, B20 → B21	T0, T5, T2, T7

FIG. 8

6 / 7



FIG.10