

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 488 024

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) N° 81 14707

(54) Système d'asservissement à courants de Foucault pour la commande de la rotation de chargeurs de disques.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 11 B 19/28, 19/22; H 02 P 15/00.

(22) Date de dépôt..... 29 juillet 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 31 juillet 1980, n° 174 042.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 5 du 5-2-1982.

(71) Déposant : Société dite : AMPEX CORPORATION, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Willard C. Pearson.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bonnet-Thirion et G. Foldés,
95, bd Beaumarchais, 75003 Paris.

La présente invention concerne des systèmes d'asservissement de chargeurs de disques et en particulier un système d'asservissement comportant un frein à courants de Foucault, destiné à être utilisé avec un appareil rotatif
5 comportant des freins dynamiques à courants de Foucault.

Les appareils à chargeurs de disques utilisent des têtes d'enregistrement/lecture qui doivent être avancés pas-à-pas radialement sur la surface du disque en rotation de manière à définir des pistes d'enregistrement consécuti-
10 ves concentriques. Naturellement il faut un intervalle de temps fini à la tête pour "chercher" la position de la piste suivante, soit dans le mode d'enregistrement, soit dans le mode de reproduction. En outre les têtes doivent avancer pas-à-pas ou effectuer une recherche en un emplacement de
15 position spécifique, par exemple un début de secteur, au-dessus du chargeur de disques, puis se régler en position d'une manière suffisante pour permettre l'enregistrement ou la reproduction. Le retard intervenant pendant la rotation du chargeur du disque dans l'attente de l'arrivée à l'empla-
20 cement de position spécifique, où les têtes peuvent rechercher la piste suivante, est désigné sous le terme de "temps d'attente" du chargeur de disques.

Il s'ensuit qu'un seul chargeur de disques est incapable de réaliser un chargement précis des données à grande
25 vitesse en raison du temps de recherche de la tête et du temps d'attente inhérent de l'appareil à chargeur de disques, c'est-à-dire que les données ne peuvent pas attendre par exemple que le chargeur de disques vienne par rotation au début du secteur.

Un moyen de résoudre ce problème est de prévoir un seul appareil à chargeur de disques possédant des mémoires-
30 tampons suffisamment importantes pour mémoriser temporairement les données arrivantes à grande vitesse de manière à compenser le temps d'attente sur le chargeur de disques. Un tel système est relativement peu maniable, complexe, onéreux
35 et d'une manière générale indésirable.

Un second moyen permettant de réaliser le transfert de données à grande vitesse à des cadences très rapides, comme celles intervenant par exemple lors du chargement des

données d'un satellite, met en oeuvre un système de disques à transfert parallèle (PTD), utilisant deux appareils à chargeurs de disques. Dans un tel système de disques à transfert parallèle, les données à grande vitesse sont introduites dans ou lues hors d'un chargeur de disques, alors que les têtes effectuent une recherche sur le second chargeur du disque. Les données arrivantes sont alors commutées sur le second chargeur de disques, tandis que les têtes effectuent une recherche sur le premier chargeur de disques. Cette commutation alternée entre les chargeurs de disques permet un enregistrement ou une lecture continue des données à grande vitesse, sans interruption.

Cependant dans le cas d'une telle utilisation d'un système de disques à transfert parallèle, il est impératif que chaque chargeur de disques soit dans une position en rotation correcte de façon précise, c'est-à-dire que les chargeurs de disques soient verrouillés ensemble ou synchronisés afin de permettre une commutation entre eux précisément pour la position en rotation correcte, par exemple au niveau du début d'un secteur. Par conséquent il faut utiliser un système d'asservissement de manière à commander de façon précise la vitesse et la phase positionnelle des deux chargeurs de disques et à verrouiller l'un sur l'autre ou synchroniser les deux chargeurs.

On peut utiliser des systèmes d'asservissement qui comportent un servomoteur tel que le moteur à courant alternatif important d'une puissance de 1 CV utilisé dans l'appareil à chargeurs de disques qui utilise un combinateur de courant continu en courant alternatif pour commander la fréquence du moteur. Un tel système d'asservissement requiert une puissance de l'ordre de 1,5 CV pour commander le moteur et le système d'asservissement lui-même doit satisfaire à des exigences requises de puissance en watts relativement importantes. D'une manière générale un tel système d'asservissement n'est pas efficace, et est relativement onéreux et relativement peu fiable.

Les freins dynamiques à courant de Foucault sont habituellement utilisés dans des chargeurs rotatifs de disques et analogues de manière à assurer un arrêt rapide du

chargeur de disques lorsque le système d'entraînement est débranché. Le frein agit par application d'un courant à travers la bobine électromagnétique du frein, ce qui provoque la production de lignes de flux à travers un disque de frein d'un seul tenant fixé à la broche du chargeur de disques. Ces lignes de flux induisent des courant de Foucault qui, à leur tour, développent leur propre champ magnétique. Ce champ magnétique s'oppose à celui de la bobine électromagnétique et ces deux forces s'opposant réciproquement provoquent l'action de freinage. La valeur de la force de freinage est directement proportionnelle à la vitesse de rotation et au flux produit par la bobine électromagnétique, et par conséquent le freinage est fonction de ces conditions. Comme on peut le voir, le frein dynamique est excité uniquement pendant l'intervalle de temps au cours duquel il est souhaitable d'arrêter la rotation du chargeur de disques.

Le système d'asservissement comportant un frein à courant de Foucault, décrit ici, utilise le frein dynamique à courants de Foucault existant de l'appareil à chargeur de disques non seulement pour arrêter la rotation du chargeur de disques, mais également en tant que moyen de commande de la vitesse et de la phase positionnelle du chargeur de disques. Ainsi ce système résout les différents problèmes de l'art antérieur, c'est-à-dire qu'il ne nécessite pas la puissance excessive requise pour commander le moteur d'entraînement lui-même, étant donné que c'est le chargeur de disques lui-même qui est commandé, à la place du moteur, par l'intermédiaire du circuit logique numérique d'asservissement. Par conséquent la poulie d'entraînement du moteur triphasé à induction, qui entraîne la broche du chargeur de disques, est remplacée par un moteur possédant un diamètre légèrement plus important de manière à entraîner en rotation le chargeur de disques à une vitesse supérieure d'environ 2 % à la vitesse désirée. Le courant provenant du système d'asservissement est appliqué au frein à courant de Foucault de manière à produire une résistance visqueuse sur le disque de frein fixé à la broche du chargeur de disques, de manière à réduire la vitesse du chargeur de disques pour

l'amener à la vitesse de fonctionnement désirée. La commande est maintenue au moyen du courant de commande d'asservissement qui soit augmente, soit réduit la résistance visqueuse de manière à maintenir la vitesse et la phase correctes.

5 A cet effet un circuit d'asservissement du système utilise deux boucles. Une boucle de phase, comportant un détecteur de phase et un circuit intégrateur, établit la position du chargeur correspondant à une impulsion d'indexage sur une rotation, par rapport à une impulsion de référence
10 extérieure telle qu'une impulsion d'horloge du système. Une seconde boucle de vitesse comporte un convertisseur fréquence-tension et un filtre passe-bas actif et assure une compensation de manière à accroître la durée du verrouillage en synchronisme et à améliorer l'ensemble de la stabilité du
15 système. Les signaux de sortie des boucles de phase et de vitesse sont ajoutés l'un à l'autre et sont amplifiés de manière à fournir un signal d'erreur composite qui est utilisé pour commander le frein à courant de Foucault. Un indicateur de synchronisme fournit une indication d'état
20 "synchronisé" obtenue sous forme numérique, ainsi qu'un niveau logique correspondant.

 Le système d'asservissement est utilisé de préférence pour synchroniser deux ou plusieurs chargeurs de disques, c'est-à-dire que chaque appareil à chargeur à
25 bande comporte un système d'asservissement comportant un frein à courant de Foucault, dans lequel les positions relatives des chargeurs sont associées à une impulsion de référence extérieure pour obtenir le positionnement précis des chargeurs de disques lorsqu'ils se trouvent dans
30 l'état "synchronisé".

 Par conséquent un objet de la présente invention est de fournir un système d'asservissement utilisant un frein dynamique à courant de Foucault existant pour commander la vitesse et la phase positionnelle d'un appa-
35 reil rotatif par rapport à un certain signal de cadence-ment.

 Un autre objet de l'invention est de fournir un système d'asservissement utilisant un frein dynamique à courant de Foucault dans deux ou un plus grand nombre

d'appareils chargeurs de disques de manière à synchroniser de façon précise les rotations des chargeurs de disques.

Un autre objet de la présente invention est de fournir un système d'asservissement pour un appareil rotatif comportant un frein dynamique à courant de Foucault, dans lequel l'appareil rotatif est entraîné avec une vitesse de rotation légèrement supérieure à celle désirée et dans lequel le courant provenant du système d'asservissement est appliqué aux frein à courant de Foucault de manière à appliquer une résistance visqueuse sur l'appareil rotatif de façon à réduire sa vitesse pour l'amener à la vitesse désirée.

Un autre objet de la présente invention est de fournir un système d'asservissement utilisant une boucle de phase et une boucle de vitesse et dans lequel un signal de courant d'erreur composite règle un frein dynamique à courant de Foucault de manière qu'il commande la vitesse d'un appareil rotatif.

A titre d'exemple on a décrit ci-dessous et illustré schématiquement aux dessins annexés une forme de réalisation de l'objet de l'invention.

La figure 1 représente un schéma-bloc d'un système d'asservissement à frein à courant de Foucault conforme à l'invention, du type utilisé avec un frein dynamique à courant de Foucault existant.

La figure 2 est un schéma d'une forme de réalisation du système d'asservissement comportant un frein à courants de Foucault de la figure 1.

En se référant à la figure 1, on voit qu'un système d'asservissement 8 comportant un frein à courants de Foucault est défini par un circuit d'asservissement 10 à frein à courant de Foucault et par un frein dynamique à courant de Foucault 12 d'un appareil 14 à chargeur de disques. L'appareil à chargeur de disques est classique dans son ensemble et comporte un chargeur de disques 16 bloqué en rotation sur une broche 18 qui à son tour est entraînée par un moteur triphasé à induction 20 puissant, par l'intermédiaire d'une courroie et de poulies 19, 21 portées par la broche et le moteur. Un disque de frein 22 est également

fixé à la broche 18 de manière à tourner avec cette broche, la circonférence extérieure du disque circulant en rotation à l'intérieur du frein dynamique à courant de Foucault 12 en constituant par conséquent une partie de ce dernier. Le
5 frein 12 comporte également une bobine électromagnétique 24 de freinage par courant de Foucault accouplée au circuit d'asservissement 10 et qui produit le flux de freinage correspondant dans le disque de frein 22 de manière à commander la rotation du chargeur de disques 16. L'appareil
10 14 à chargeur de disques comporte en outre un générateur 26 d'impulsions d'horloge d'asservissement et un générateur 28 d'impulsions d'indexage. Le générateur 26 de signaux d'horloge d'asservissement détecte la vitesse de rotation du chargeur de disques 16 à la manière d'un tachymètre et
15 délivre des signaux d'horloge d'asservissement possédant une fréquence sélectionnée. A titre d'exemple uniquement, le signal d'horloge d'asservissement est un signal d'horloge à 403,2 kilohertz (kHz). Le générateur d'impulsions d'indexage 28 délivre une impulsion lors de chaque rotation
20 du chargeur de disques 16, c'est-à-dire qu'il produit une impulsion pour chaque rotation au niveau d'une position spécifique en rotation sur le chargeur de disques 16.

Le système d'asservissement 8 comportant le frein à courants de Foucault utilise le frein dynamique à courant de Foucault 12 existant comme moyen de commande de
25 la vitesse et de la phase de position du chargeur de disques 16, en commandant la rotation de la broche 18 du chargeur de disques par l'intermédiaire du disque de frein 22. La broche 18 est entraînée par une courroie par l'intermédiaire du moteur à courant alternatif 20, pour lequel la
30 poulie classique du moteur est remplacée par la poulie 21 possédant un diamètre légèrement plus large, de sorte que le chargeur de disques 16 tourne à une vitesse approximativement 2 % supérieure à la vitesse désirée pour un fonctionnement correct. Le circuit d'asservissement 10 délivre un
35 courant de commande, comme cela sera décrit de façon plus détaillée ci-après, qui est appliqué au frein dynamique à courant de Foucault 12 et en particulier à la bobine électromagnétique 24 du frein. Ceci applique au disque de

frein 22 une résistance visqueuse qui, à son tour, réduit la vitesse de la broche et du chargeur de disques pour l'amener à la valeur désirée correcte. Ainsi la commande de la rotation est maintenue par le courant de commande du circuit d'asservissement 10, qui accroît ou diminue la résistance visqueuse de manière à maintenir la vitesse et la phase correctes du chargeur de disques.

En se référant encore à la figure 1, on voit que le circuit d'asservissement 10 comporte deux boucles de réaction : une boucle de phase 30 qui détermine la position du chargeur de disques par rapport à une impulsion de référence extérieure, et une boucle de vitesse 32 qui réalise une compensation de manière à accroître la durée de synchronisme et améliore la stabilité d'ensemble. L'action de la boucle de phase 30 est prédominante pour des fréquences très basses du signal d'erreur, tandis que c'est l'action de la boucle de vitesse 32 qui prédomine pour des fréquences assez élevées du signal d'erreur.

A cette fin, un détecteur de phase 34 situé dans la boucle de phase 30 reçoit l'impulsion d'indexage produite par le générateur 28 d'impulsions d'indexage par l'intermédiaire d'une ligne 36 et reçoit également une impulsion de référence extérieure correspondant au signal d'horloge de l'ensemble du système ou à un signal dérivé du signal d'horloge du système, par l'intermédiaire d'une ligne d'entrée 38. Un premier signal de sortie du détecteur de phase 34 est envoyé à un intégrateur 40 et, par l'intermédiaire de ce dernier, à un amplificateur de sommation 42.

Dans la boucle de vitesse 32, un circuit discriminateur de fréquence 44 reçoit le signal d'horloge d'asservissement de 403,2 kHz de la part du générateur 26 de signaux d'horloge d'asservissement par l'intermédiaire d'une ligne 46 et envoie un signal de sortie à un filtre passe-bas actif 48. Le filtre 48 est également accouplé à l'amplificateur de sommation 42. Ce dernier fournit, à partir des boucles de phase et de vitesse 30, 32, un signal d'erreur composite qui est envoyé à un étage d'attaque 50 de la bobine à courant de Foucault. L'étage d'attaque 50 est à son tour accouplé à la bobine électromagnétique 24 du frein, mention-

née précédemment.

Un circuit détecteur/indicateur de synchronisme 52 est accouplé à une seconde sortie du détecteur de phase 34 par l'intermédiaire d'une ligne 55 et reçoit également le
5 signal d'horloge d'asservissement à 403,2 kHz de la part du générateur 26 de signaux d'horloge d'asservissement par l'intermédiaire de la ligne 46. Le circuit détecteur/indicateur de synchronisme 52 délivre une indication d'état "synchronisé" obtenu sous forme numérique, lorsque le systè-
10 me 8 est dans son état synchronisé, par l'intermédiaire par exemple d'un dispositif 56 à diodes à luminescence LED et d'une sortie à niveau logique par l'intermédiaire d'une ligne 58.

Comme cela est représenté sur la figure 1, le sys-
15 tème d'asservissement comportant le frein à courant de Foucault est particulièrement utile pour verrouiller en synchronisme deux appareils à chargeurs de disques de manière à faciliter l'enregistrement et la reproduction de données à très grande vitesse. Par exemple le système
20 d'asservissement 8 conforme à l'invention est particulièrement utile dans un système de disques à transfert parallèle (PTD), où il est souhaitable de réaliser des transferts avec des cadences élevées de données. Dans de tels cas, en raison de l'arrivée continue des données, il est nécessaire
25 de réaliser une commutation entre au moins deux chargeurs de disques afin de réaliser un chargement continu des données.

Ainsi la figure 1 représente un second circuit d'asservissement 10a comportant un frein à courant de
30 Foucault et l'appareil associé à chargeur de disques 14a et pour lequel l'impulsion de référence extérieure dans la ligne d'entrée 38 est envoyée au second circuit d'asservissement 10a. Ainsi les fonctionnements des appareils à chargeurs de disques 14, 14a sont synchronisés en réponse à
35 l'impulsion de référence présente dans la ligne 38. Comme cela est indiqué en 60, l'impulsion de référence peut être également envoyée à des circuits supplémentaires d'asservissement et à des appareils de chargeurs à disques associés, auquel cas plusieurs appareils individuels à

chargeurs de disques ou des couples d'appareils à chargeurs de disques peuvent être synchronisés par rapport à l'impulsion de référence.

En se référant maintenant à la figure 2, on y voit
5 représenté un schéma du circuit d'asservissement 10 de la figure 1 utilisé avec la bobine électromagnétique 24 du frein à courant de Foucault et l'appareil associé à chargeur de disques. Les composants similaires sur les figures 1 et 2 portent des références identiques. Par conséquent
10 l'impulsion du système de référence est envoyée dans la ligne 38 au détecteur de phase 34 de la boucle de phase 30 et en particulier à un commutateur analogique 62 de cette boucle. De façon similaire l'impulsion d'indexage provenant du générateur 28 d'impulsions d'indexage (figure 1) est envoyée
15 par la ligne 36 au commutateur analogique 62. Ce dernier commutateur fonctionne à la manière d'un convertisseur de niveaux de manière à fournir une compatibilité TTL pour les impulsions d'entrée d'indexage de référence. Le commutateur 62 est accouplé au détecteur de phase 34 qui
20 est commandé par déclenchement numérique sur le bord positif des impulsions et fonctionne entre +5 volts et -5 volts. La tension de -5 volts est fournie par un amplificateur opérationnel inverseur 66 à gain unité, représenté dans le coin inférieur droit de la figure 2, pour fournir un suivi
25 homogène avec l'alimentation à +5 volts.

La première sortie du détecteur de phase 34 est reliée à l'intégrateur 40, qui est un circuit intégrateur amplificateur opérationnel bi-FET, qui intègre les impulsions de sortie de phase de manière à fournir une tension qui est
30 proportionnelle à la différence de cadencement entre les impulsions de référence et les impulsions d'indexage. Cette tension est le signal d'erreur de la boucle de phase 30, qui est envoyé à l'amplificateur de sommation 42 en un noeud de sommation 68.

35 Si l'impulsion de référence dans la ligne 38 est en avance sur l'impulsion d'indexage présente dans la ligne 36, le signal de sortie du détecteur de phase envoyé à l'intégrateur 40 est une impulsion de 0 à +5 volts, dont la durée est égale à la différence de temps entre le bord avant

de l'impulsion de référence et le bord avant de l'impulsion d'indexage. Si l'impulsion d'indexage est en avance, il apparaît une impulsion de 0 à -5 volts à la sortie du détecteur de phase 34. Lorsqu'il n'existe aucune différence
5 entre les impulsions de référence et d'indexage, la sortie du détecteur de phase se trouve à un état d'impédance élevé.

Le signal de la seconde sortie du détecteur de phase 34 est envoyé par l'intermédiaire d'une ligne 54
10 mentionnée précédemment au détecteur/indicateur de synchronisation 52 et est constitué par une impulsion de remise à l'état initial de 10 volts devenant négative (+5 volts à -5 volts) et possédant une durée égale à l'une ou l'autre des différences. Cette impulsion de remise à l'état initial
15 est utilisée pour indiquer l'état de verrouillage en synchronisme.

Le signal d'horloge d'asservissement provenant du générateur 26 de signaux d'horloge d'asservissement (figure 1) est envoyé par l'intermédiaire de la ligne 46 au circuit
20 discriminateur de fréquence 44 de la boucle de vitesse 42. Le circuit 44 comporte un compteur 70 réalisant une division par 5, qui est commandé de façon cadencée par l'impulsion d'horloge d'asservissement présente dans la ligne 46 et dont le signal de sortie est envoyé à un circuit convertisseur
25 fréquence-tension 72. Ainsi le signal d'horloge à 403,2 kHz est divisé par cinq (80,64 kHz) et est envoyé au circuit convertisseur 72. Ce dernier circuit convertit de façon linéaire et proportionnelle la fréquence en une tension. Un courant de décalage est appliqué au circuit 72 par l'in-
30 termédiaire d'un potentiomètre de décalage 74 de manière à régler la sortie du circuit convertisseur 72 sur 0 volt lorsqu'un signal à 80,64 kHz est présent à l'entrée du circuit convertisseur. Etant donné que la vitesse du chargeur de disques varie, la fréquence du signal d'horloge varie
35 également et la tension de sortie du discriminateur de fréquence 44 varie de façon correspondante. Cette tension de sortie est envoyée au filtre passe-bas actif 48.

Le filtre passe-bas 48 réalise une amplification des variations de la tension de sortie provenant du discrimina-

teur de fréquence 44 et assure une compensation de phase pour la boucle de vitesse 32. Le signal de sortie du filtre 48 est le signal d'erreur de la boucle de vitesse, qui est envoyé à l'amplificateur de sommation 42 par l'intermédiaire du noeud de sommation 68.

L'amplificateur de sommation 42 comporte un amplificateur opérationnel inverseur qui effectue la somme de la tension d'erreur de la boucle de phase et de la tension d'erreur de la boucle de vitesse de manière à reproduire un signal d'erreur composite. Un potentiomètre 76 situé dans le circuit de réaction de l'amplificateur opérationnel permet un réglage du gain total d'asservissement. La tension d'erreur composite nominale délivrée par l'amplificateur de sommation 42 est de l'ordre de 350 millivolts (mV). Un circuit à résistances/diodes 78 branché à la sortie de l'amplificateur de sommation 42 limite la tension d'erreur maximale à 700 mV en assurant une commande presque symétrique d'accroissement de vitesse et de réduction de vitesse et assure une protection vis-à-vis d'une commande excessive de réduction de la vitesse.

Le signal d'erreur composite provenant de l'amplificateur de sommation 42 est envoyé au circuit d'attaque 50 de la bobine à courant de Foucault et en particulier à l'entrée d'un commutateur analogique 80, qui débranche la tension d'erreur pendant les modes de démarrage et d'accélération du chargeur de disques. Une commande logique "têtes chargées" envoyée depuis la ligne 82 au commutateur analogique 80 ferme le commutateur de manière à permettre le début de l'action d'asservissement. Lorsque le moteur du chargeur de disques est débranché, un second commutateur analogique est excité par l'intermédiaire d'une commande d'"arrêt" du moteur du chargeur de disques par l'intermédiaire d'une ligne 84, ce qui a pour effet qu'une tension de décélération est appliquée au circuit d'attaque 50 de la bobine, par l'intermédiaire de l'entrée 86. Ceci simule l'action de freinage dynamique classique qui arrête l'appareil à chargeur de disques 14 (figure 1).

La sortie du commutateur analogique 80 est accouplée à un amplificateur opérationnel 88 et, par l'intermédiaire

de ce dernier, à un transistor de puissance 90 qui comporte une résistance de détection de courant 92 destinée à envoyer un courant de commande à la bobine 24 du frein, ledit courant étant proportionnel à la tension d'erreur composite
5 envoyée au circuit d'attaque 50 de la bobine du frein à courants de Foucault.

Le détecteur/indicateur de synchronisme 52 mentionné précédemment reçoit l'impulsion de remise à l'état initial de la porte de la seconde sortie du détecteur de phase
10 34 ainsi que le signal d'horloge d'asservissement présent dans la ligne 46 et délivre une indication d'état "synchronisé" obtenue sous forme numérique par l'intermédiaire du dispositif à diodes LED 56, ainsi qu'un niveau logique dans la ligne 58. A cet effet, le signal d'horloge à 403,2 kHz
15 est divisé par deux par l'intermédiaire d'une bascule bistable de type D 94, qui commande ensuite de façon cadencée un compteur à décades 96. L'impulsion de remise à l'état initial présente dans la ligne 54 est utilisée pour ramener à l'état initial le compteur 96. Ainsi le compteur 96
20 est maintenu dans son état initial lorsque l'impulsion de remise à l'état initial provenant du détecteur de phase 34 se situe à +5 volts et est autorisé à effectuer son comptage lorsque l'impulsion de remise à l'état initial est à -5 volts. Le signal de sortie du compteur 96 est appliqué à
25 une bascule bistable de type D 98 et à un transistor/ligne à retard de type RC 100. Lorsque le compteur à décades 96 peut effectuer son décompte jusqu'à 5 (25 microsecondes), le signal de sortie du compteur passe au niveau haut de manière à positionner la ligne à retard 100 et de manière à réaliser
30 le positionnement de la bascule bistable 98. Cette dernière est commandée en permanence de façon cadencée par le signal d'horloge à 403,2 kHz, mais ne peut pas être amenée à l'état initial avant que son signal d'entrée passe au niveau bas et que la ligne à retard 100 se soit déchargée
35 jusqu'à une valeur inférieure à la moitié de la tension de polarisation qui lui est appliquée.

Lorsque la bascule bistable 98 est ramenée dans son état initial, le signal de sortie Q de cette bascule pilote un transistor 102 de manière à délivrer le signal "verrouil-

lé en synchronisme" dans la ligne 58, c'est-à-dire pour indiquer que le système d'asservissement comportant le frein à courant de Foucault est dans la position verrouillée en synchronisme.

- 5 Lorsque le système n'est pas dans cette position, le signal de sortie $\bar{Q}$ de la bascule bistable 98 commande le dispositif à diodes LED 56 de manière à indiquer que le système est hors de synchronisation.

- Une fois que les signaux ont été appliqués au
10 circuit d'asservissement 10 et que le système est verrouillé en synchronisme, le potentiomètre de décalage 74 est réglé de manière que le signal de sortie de la boucle de phase 30 soit compris entre -1 volt et +1 volt. De même la durée de l'impulsion du signal d'erreur de boucle de phase ne devrait
15 pas dépasser une valeur maximale de 10 à 15 microsecondes et l'erreur en valeur efficace devrait être de 2 à 5 microsecondes. Si le gain est trop faible, il se produira une erreur de phase excessive pendant les intervalles de temps de recherche de la tête et si le gain est trop élevé, il en
20 résultera de petites oscillations rapides excessives à haute fréquence.

REVENDICATIONS

1. Système d'asservissement pour réaliser la commande de la vitesse et de la phase d'un appareil rotatif (14, 16) en rapport avec un signal d'horloge de référence de cet
5 appareil, qui comporte un frein à courant de Foucault (12) et une bobine associée (24) de freinage par courant de Foucault, caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison des moyens accouplés de façon opérationnelle au frein (12) à courant de Foucault pour entraîner en rotation l'appareil
10 rotatif (16) à une vitesse légèrement plus rapide que la vitesse de fonctionnement désirée, et un circuit d'asservissement (10) répondant au signal d'horloge de référence de l'appareil pour envoyer à la bobine (24) du frein à courant de Foucault un courant continu de servocommande qui freine
15 de façon permanente la vitesse de l'appareil rotatif (16) de manière à la maintenir à la vitesse de fonctionnement désirée.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (28) accouplés à l'appareil rotatif (16) pour produire une impulsion d'indexage
20 indicative de la position en rotation de l'appareil rotatif (16), et que le circuit d'asservissement (10) comporte un détecteur (34) permettant de comparer l'impulsion d'indexage et l'impulsion d'horloge de référence de l'appareil.

25 3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux circuits d'asservissement (10, 10a) accouplés à des bobines respectives (24) du frein à courant de Foucault des appareils rotatifs respectifs (16), et que chaque circuit d'asservissement (10, 10a) ré-
30 pond à son impulsion d'indexage respective et à l'impulsion d'horloge de référence de l'appareil de manière à synchroniser les appareils rotatifs (16) l'un sur l'autre à la vitesse de fonctionnement désirée.

4. Système selon la revendication 2, caractérisé en
35 ce que le circuit d'asservissement (10 ; 10a) comporte en outre une boucle de phase (30) comportant un détecteur de phase (34) destiné à produire un signal d'erreur de boucle de phase en réponse à la comparaison de l'impulsion d'indexage et de l'impulsion d'horloge de référence de l'appareil.

reil, un dispositif (26) raccordé à l'appareil rotatif (16) en vue de produire un signal d'horloge d'asservissement indicatif de la vitesse de rotation de l'appareil, et une boucle de vitesse (32) comportant un discriminateur de fréquence (44) destiné à produire un signal d'erreur de la boucle de vitesse en réponse au signal d'horloge d'asservissement.

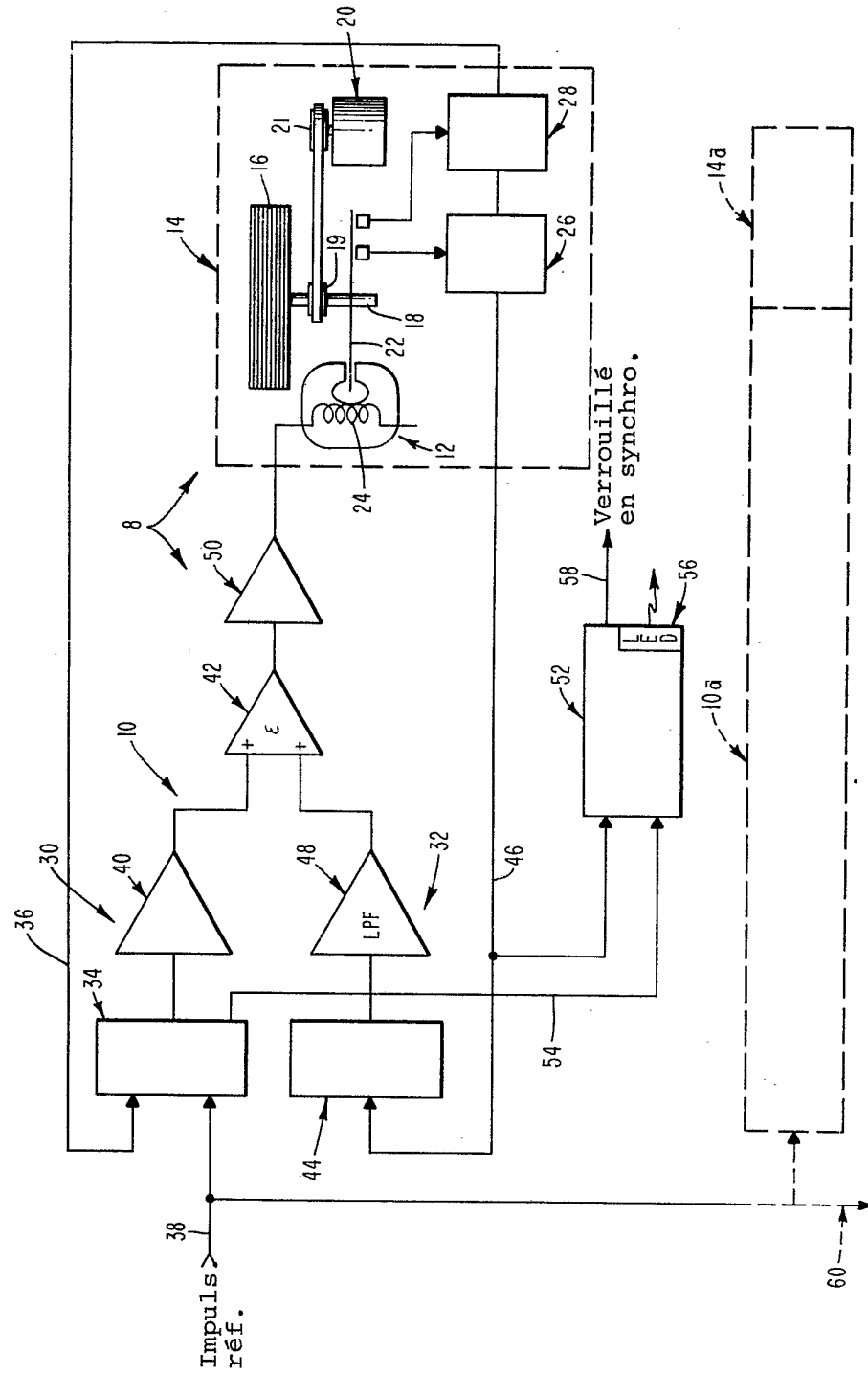
5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un détecteur/indicateur de synchronisme (52) destiné à indiquer l'état hors de synchronisation et l'état synchronisé en réponse au détecteur de phase (34) et à l'impulsion d'horloge d'asservissement.

6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que le discriminateur de fréquence (44) comporte en outre un convertisseur fréquence-tension (72) destiné à délivrer le signal d'erreur de la boucle de vitesse proportionnellement à la fréquence de verrouillage d'asservissement et par conséquent à la vitesse de l'appareil rotatif (16).

7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que le détecteur/indicateur de synchronisme (52) comporte un compteur (96) accouplé de façon opérationnelle de manière à recevoir le signal d'horloge d'asservissement et effectuant un comptage continu pendant l'état hors de synchronisme, et une bascule bistable (98) accouplée au compteur (96), ladite bascule bistable étant ramenée dans son état initial pour indiquer un état de verrouillage en synchronisme lorsque le compteur (96) s'arrête de compter.

8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que la boucle de phase (30) comporte un intégrateur (40) accouplé au détecteur de phase (34), que la boucle de vitesse (32) comporte un filtre (48) accouplé au convertisseur fréquence-tension (72) et que le circuit d'asservissement (10) comporte en outre un amplificateur de sommation (42) accouplé à l'intégrateur (40) et au filtre (48) pour effectuer la somme des signaux d'erreur provenant des boucles (30, 32) et délivrer un courant continu de servo-commande.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un circuit d'attaque (50) de la bobine à courant de Foucault, accouplé à l'amplificateur de sommation (42) pour commander la bobine (24) du frein à
5 courant de Foucault en réponse à une commande initiale "têtes chargées".

**FIG. 1**

2/2

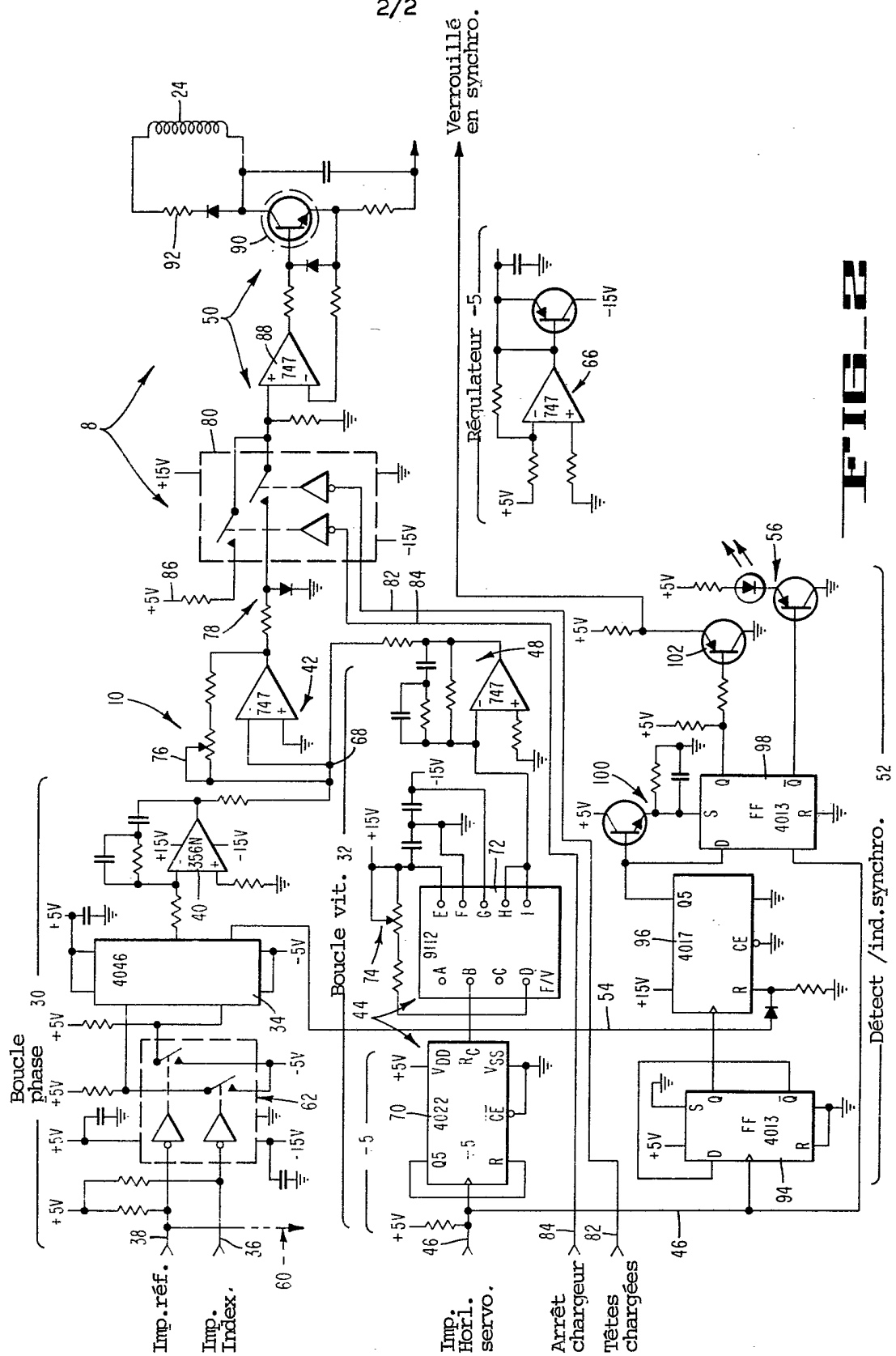


FIG. 2