



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : <b>B02C 17/18, 25/00</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/62935</b> (43) Date de publication internationale: 26 octobre 2000 (26.10.00)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/00880 (22) Date de dépôt international: 7 avril 2000 (07.04.00) (30) Données relatives à la priorité: 99/04737 15 avril 1999 (15.04.99) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ALSTOM [FR/FR]; 25, avenue Kléber, F-75116 Paris (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): FONTANILLE, Daniel [FR/FR]; Le Bois Dieu, F-78120 Hermeray (FR). BARBOT, Jacques [FR/FR]; 7, rue du Clos Montholon, F-92140 Clamart (FR). (74) Mandataire: GOSSE, Michel; Alstom Technology CIPD, 5, avenue Newton, F-92142 Clamart Cedex (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>

(54) Title: METHOD FOR VERIFYING THE FILLING LEVEL OF COAL IN A BALL MILL

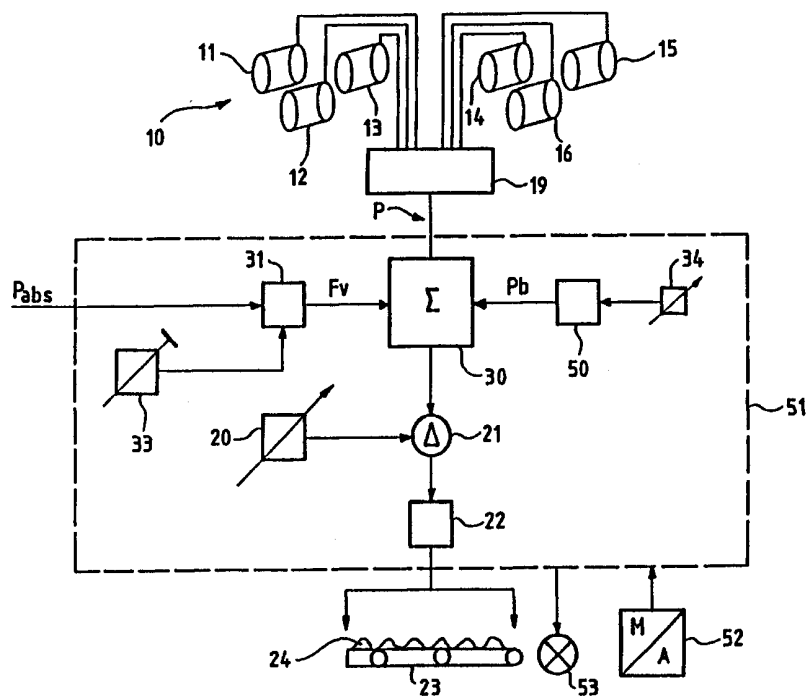
(54) Titre: PROCEDE POUR CONTROLER LE NIVEAU DE REMPLISSAGE EN CHARBON D'UN BROUYEUR A BOULET

(57) Abstract

The method for verifying the filling level in a ball mill fed by material which is to be ground and provided with a rotationally mounted drum on two distant bearings consists in measuring the weight of the drum with the aid of bondage-gage weighing sensors (11-16) disposed underneath the bearings supporting the drum of the mill and in comparing the measured weight with a set value that is pre-established with a view to regulating the supply of material which is to be ground to said mill. According to the inventive method, the weight measured by a first weight value (FV) representing the vertical component of the effort created by the rotational driving torque of the drum is corrected before the comparison step.

(57) Abrégé

Le procédé pour contrôler le niveau de remplissage d'un broyeur à boulets alimenté en matériau à broyer et doté d'un tambour monté rotatif sur deux paliers distants, consiste à mesurer le poids du tambour à l'aide de capteurs de pesée à jauges de contrainte (11-16) disposés sous des paliers supportant le tambour du broyeur et à comparer le poids mesuré à une valeur de consigne préétablie en vue de réguler l'alimentation du broyeur en matériau à broyer. Il prévoit en outre que l'on corrige, avant l'étape de comparaison, le poids mesuré par une première valeur pondérale (Fv) représentative de la composante verticale de l'effort créé par le couple d'entraînement en rotation du tambour.



**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	B Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

## PROCEDE POUR CONTROLER LE NIVEAU DE REMPLISSAGE EN CHARBON D'UN BROYEUR A BOULET.

L'invention concerne un procédé pour contrôler le niveau de remplissage d'un broyeur à boulets alimenté en charbon à broyer dans lequel le broyeur  
5 comprend un tambour monté rotatif sur deux paliers distants. Un tel broyeur, à tambour à enveloppe cylindrique, biconique ou autre, est plus particulièrement utilisé pour alimenter en charbon pulvérisé des brûleurs d'une chaudière à charbon pulvérisé par exemple.

Il est nécessaire de s'assurer en permanence que le niveau de  
10 remplissage en charbon du broyeur reste sensiblement constant pour éviter d'une part une usure trop rapide des boulets et d'autre part pour obtenir un transport optimal du charbon pulvérisé vers les brûleurs.

Il existe déjà de nombreuses méthodes pour contrôler le niveau de remplissage d'un broyeur à boulets. Une première méthode connue est basée  
15 sur la mesure de la variation de la puissance absorbée par le moteur électrique entraînant en rotation le tambour du broyeur. Une deuxième méthode connue repose sur la mesure du bruit émis par le broyeur lors de son fonctionnement. Une troisième méthode connue repose sur l'utilisation de sondes pneumatiques introduites à l'intérieur du tambour du broyeur. Enfin d'autres méthodes connues  
20 reposent sur l'utilisation de sondes à rayon gamma disposées à l'intérieur du tambour du broyeur pour détecter le niveau haut et le niveau bas de la couche de charbon dans le tambour.

En général, les mesures mises en œuvre dans ces méthodes connues sont dépendantes de la qualité du charbon à broyer et en particulier de sa  
25 granulométrie de son degré d'humidité. Elles sont aussi dépendantes de l'usure des boulets. Il vient qu'elles ne sont pas toujours fiables.

Le but de l'invention est de proposer un procédé pour contrôler le niveau de remplissage d'un broyeur à boulets à l'aide d'une mesure physique directe  
30 fiable, indépendante de la qualité du charbon à broyer et en particulier de son degré d'humidité et de sa granulométrie. Un autre but de l'invention est de proposer un tel procédé de contrôle qui permet de tenir compte de façon automatique de l'usure des boulets lors du fonctionnement du broyeur et du renouvellement des boulets dans le broyeur.

L'invention a donc pour objet un procédé pour contrôler le niveau de  
35 remplissage d'un broyeur à boulets alimenté en matériau à broyer, par exemple du charbon, dans lequel le broyeur comprend un tambour monté rotatif sur deux

paliers distants, caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer le poids du tambour à l'aide de capteurs de pesée à jauges de contrainte disposés sous les paliers supportant le tambour et à comparer le poids mesuré à une valeur de consigne préétablie en vue de réguler l'alimentation du broyeur en matériau à broyer.

5 La pesée est une mesure physique directe du niveau de remplissage en charbon du broyeur qui n'est pas influencée par l'humidité et la granulométrie de la masse broyante constituée par le mélange charbon et boulets. Il en résulte que le procédé de contrôle selon l'invention est très fiable. En plus, le poids ainsi mesuré peut facilement être corrigé par un programme d'ordinateur pour tenir  
10 compte de la composante verticale du couple d'entraînement en rotation du tambour, de l'usure des boulets dans le temps ainsi que du renouvellement des boulets dans le broyeur. Il en résulte que le procédé selon l'invention permet de contrôler très précisément le niveau de remplissage en charbon d'un broyeur à boulets.

15 Un exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention est décrit ci-après en détails et illustré sur les dessins.

La figure 1 est un schéma illustrant le principe du procédé selon l'invention.

20 La figure 2 est un organigramme illustrant les étapes de traitement d'un programme d'ordinateur mettant en œuvre le procédé selon l'invention.

La figure 3 est un schéma montrant l'évolution dans le temps de certains paramètres physiques liés au fonctionnement du broyeur à boulets.

La figure 4 est une vue de face très schématisée d'un broyeur à boulets munis de capteurs de pesée pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

25 La figure 5 illustre très schématiquement un capteur de pesée utilisé pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

La figure 6 montre très schématiquement la disposition des capteurs de pesée entre deux semelles d'appui.

30 La figure 7 montre très schématiquement la disposition des capteurs entre les deux semelles d'appui selon une configuration en triangle.

Figure 1, le système de mesure 10 utilisé dans le procédé selon l'invention pour contrôler le niveau de remplissage en charbon d'un broyeur à boulets comprend un ensemble de capteurs de pesée 11 à 16 à jauge de contrainte. Ces capteurs sont disposés sous les deux paliers portant le tambour  
35 du broyeur, qui est monté rotatif autour d'un axe généralement horizontal, pour fournir des signaux électriques continus représentatifs d'une mesure du poids du

tambour avec sa charge. Chaque capteur de pesée est compensé pour mesurer seulement la composante verticale de la pression qu'il subit.

Comme cela apparaît sur la figure 1, on utilise deux ensembles de trois capteurs de pesée 11 à 13 et 14 à 16. Chaque ensemble de capteurs de pesée est disposé sous un des deux paliers sur lesquels s'appuie les extrémités (tourillons) du tambour du broyeur.

Les signaux fournis par les capteurs 11 à 16 sont envoyés à une électronique de calcul 19 adaptée pour effectuer un tarage et pour restituer un signal électrique continu P, au standard industriel 4-20 mA par exemple, représentatif uniquement du poids de la charge (charbon et boulets) dans le tambour. On comprendra que le signal P résulte d'une somme des différents signaux fournis par les capteurs 11 à 16.

Le signal P en sortie de l'électronique 19 est numérisé pour être comparé à une consigne de base 20 préétablie dans un comparateur 21 dont la sortie est appliquée à un régulateur conventionnel 22 de pilotage de l'alimenteur 23 en charbon brut 24 du broyeur. En particulier, la sortie du comparateur 21 sert à réguler la vitesse de fonctionnement de l'alimenteur et donc le débit d'alimentation du broyeur en charbon brut.

La consigne de base 20 correspondant à un certain niveau de remplissage en charbon du broyeur pour obtenir un broyage optimum du charbon en fonction d'une certaine masse de boulets chargée dans le broyeur. Ce niveau de remplissage optimum est connu de l'homme du métier.

Si le tambour du broyeur est entraîné en rotation par un système d'engrenages incluant une couronne dentée entourant l'enveloppe du tambour coaxialement à l'axe de rotation du tambour du broyeur et un pignon moteur couplé à cette couronne, la composante verticale du couple d'entraînement en rotation du tambour agit sur le poids mesuré par les capteurs de pesée 11 à 16. Cette composante verticale peut ainsi venir s'ajouter au poids du tambour du broyeur ou au contraire venir se soustraire au poids du tambour du broyeur suivant qu'elle est dirigée vers le bas ou vers le haut. Il en résulte que le poids mesuré P ne représente pas exactement la charge dans le tambour du broyeur.

Dans le procédé suivant l'invention, on corrige le poids mesuré P fournit par l'électronique de calcul 19, avant sa comparaison dans le comparateur 21, par une valeur pondérale correspondant à la composante verticale du couple d'entraînement en rotation du tambour du broyeur plutôt que de corriger la

consigne 20. On maintient la consigne 20 constante pour simplifier le suivi du processus de broyage par l'opérateur.

La mesure du couple d'entraînement en rotation du tambour du broyeur est relativement complexe à réaliser. Toutefois, la mesure de la puissance absorbée par le moteur d'entraînement en rotation du tambour du broyeur est directement liée à la valeur du couple d'entraînement par la relation suivante :

$$P_{abs} = k \cdot F \cdot a \cdot w$$

où

- $P_{abs}$  est la puissance absorbée par le moteur (Watts)
- $k$  est le coefficient de transmission
- $F$  est le couple d'entraînement (Newtons)
- $a$  est la longueur du bras de levier du couple d'entraînement (mètres)
- $w$  est la vitesse de rotation du tambour (radians / seconde)

Comme l'angle  $\alpha$  entre l'axe d'application du couple d'entraînement sur la couronne dentée et la verticale est constant et que les grandeurs  $k, a, w$  peuvent également être considérées comme constantes, il vient que la composante verticale  $F_v$  du couple d'entraînement varie avec la puissance absorbée par le moteur  $P_{abs}$  suivant une loi linéaire qui s'établit comme suit :

$$F_v = P_{abs}/K_1 \text{ où } K_1 \text{ est une constante égale à } k \cdot a \cdot w / \cos(\alpha)$$

Figure 1, on voit qu'un sommateur 30 est interposé entre la sortie de l'électronique de calcul 19 et le comparateur 21 pour corriger le poids mesuré  $P$  par une valeur pondérale représentative de la composante verticale  $F_v$  du couple d'entraînement. La composante verticale  $F_v$  est fournie par un module 31 qui reçoit en entrée la constante  $K_1$  préétablie et une mesure de la puissance absorbée  $P_{abs}$  par le moteur du broyeur.

La perte de poids de la charge dans le tambour du broyeur due à l'usure des boulets doit également être prise en compte pour contrôler avec précision le niveau de remplissage en charbon du broyeur car la densité du charbon est très faible par rapport à celle des boulets. Le taux d'usure des boulets  $\mu$  peut être évalué par expérimentation et servir de base pour corriger le poids mesuré  $P$  avant sa comparaison à la valeur de consigne 20 dans le comparateur 21. En particulier, figure 1, dans le procédé selon l'invention, le taux d'usure  $\mu$  exprimé par exemple en kilogrammes/heure de fonctionnement du broyeur est une constante préalablement préétablie qui est multipliée par le temps global de fonctionnement du broyeur (exprimé en heure) délivré par un intégrateur 50 pour fournir une valeur pondérale résultante  $P_b$  qui est soustraite, dans le sommateur

30, au poids mesuré P de sorte à ne pas compenser dans la boucle de régulation, la perte de poids des boulets par un apport en charbon. On comprendra que l'intégrateur 50 fonctionne comme une horloge commandée par la mise en marche et l'arrêt du broyeur.

5 Sur la figure 1, on a illustré par 51, un programme d'ordinateur qui regroupe les fonctionnalités du module 30, du module 31, du comparateur 21, du régulateur 22 et de l'intégrateur 50. Il réagit en outre en réponse à une commande manuelle 52 permettant de forcer le programme à passer dans un mode de fonctionnement particulier. Le programme 51 commande également la  
10 mise en fonctionnement ou l'extinction d'un témoin de signalisation 53 qui est lié au mode de fonctionnement particulier du programme.

La figure 2 illustre le fonctionnement du programme d'ordinateur 51.

A l'étape 100, le programme commence par initialiser les valeurs 20, 33, 34 et l'intégrateur 50. Comme cela apparaîtra par la suite, le mode  
15 fonctionnement particulier du programme correspond à une phase de calibrage des données liées à la prise en compte du renouvellement des boulets. Dans le programme, cette phase de calibrage est déclenchée périodiquement, par exemple toutes les 100 ou 200 heures. Le déclenchement automatique de cette phase de calibrage est surveillé par l'intermédiaire d'un compteur spécifique  
20 appelé par la suite compteur de calibrage. Ensuite à l'étape 101, le programme acquiert une valeur instantanée du poids mesuré P fournie en sortie de l'électronique 19. Comme indiquée plus haut, cette valeur correspond à un échantillon du signal continu au standard 4-20mA fourni par l'électronique 19.

Ensuite à l'étape 104, le programme applique sur le poids mesuré P la  
25 correction Pb liée à l'usure des boulets et à l'étape 105, la correction Fv liée à l'effet du couple d'entraînement.

Après à l'étape 106, le poids mesuré corrigé est traité par un algorithme de régulation, du type proportionnel intégral et dérivé (PID) et la valeur de régulation est utilisée à l'étape 107 pour commander l'alimenteur de façon à  
30 réguler le débit de charbon en entrée du broyeur.

Ensuite le programme boucle sur l'étape de traitement 101, cette boucle de traitements permettant de contrôler automatiquement le niveau de remplissage du broyeur en vue de maintenir dans le tambour du broyeur un niveau constant de charbon.

Maintenant, on va décrire le mode de fonctionnement particulier du programme qui correspond à une phase de calibrage des données liées au renouvellement des boulets du broyeur.

5 Entre les étapes 101 et 104, un test 102 est prévu pour détecter l'actionnement de la commande manuelle 52 par l'opérateur. Si l'actionnement de cette commande est détecté, le programme passe à l'étape suivante 108. Dans la négative, il passe à l'étape suivante 103.

10 A l'étape 108, le programme commande l'actionnement du témoin de signalisation 53. Le témoin de signalisation peut par exemple être un témoin lumineux qui sert à prévenir l'opérateur qu'une phase de calibrage est en cours d'exécution.

Le traitement se poursuit ensuite par l'étape 109 dans laquelle le compteur de calibrage est initialisé.

15 Ensuite à l'étape 111, le programme commande le ralentissement de l'alimenteur du broyeur pour vider la réserve de charbon stagnante dans le tambour et à l'étape 112 l'évolution temporelle de l'amplitude de la puissance absorbée par le moteur est enregistrée aux fins de déterminer un pic d'amplitude. Plus particulièrement, en se reportant à la figure 3, la courbe P représente l'évolution temporelle de l'amplitude, la puissance absorbée par le 20 moteur pendant la marche normale de l'alimenteur et donc du broyeur, puis pendant le ralentissement de l'alimenteur et après la reprise d'un fonctionnement normal de l'alimenteur et donc du broyeur. La courbe A montre les variations de la vitesse de l'alimenteur et la courbe O montre comment évolue le bruit émis par le broyeur pendant ces différentes phases de fonctionnement de l'alimenteur. On 25 peut constater sur la figure 3 que la puissance absorbée par le moteur suit une courbe en forme de dôme pendant la phase de ralentissement de l'alimenteur indiquée sur la figure 3 par phase de calibrage. Le maximum de la courbe P indiqué par  $P_{pic}$  correspond à l'instant où la réserve de charbon stagnant dans le tambour du broyeur est complètement consommée.

30 Ensuite à l'étape 113, le programme détermine la valeur  $P_{pic}$  correspondant à un extremum de la puissance absorbée par le moteur pendant la phase de calibrage.

35 A l'étape 114, le programme détermine la perte en poids de boulets depuis la phase de calibrage précédente sur la base de la différence entre la valeur  $P_{pic}$  obtenue à l'étape 113 et une valeur  $P_{pic}$  déterminée et enregistrée lors de la phase de calibrage précédente.

A l'étape 115, le programme calibre le taux d'usure en fonction de la perte en poids de boulet déterminée à l'étape 114.

A l'étape 116 il enregistre dans un registre la valeur Ppic déterminée à l'étape 113 aux fins de comparaison avec une nouvelle valeur Ppic déterminée  
5 lors d'une prochaine étape 113.

A l'étape 117, le programme accélère l'alimenteur pour qu'il reprenne un fonctionnement normal et ensuite à l'étape 118, le programme commande l'extinction de la signalisation 53. Sur la courbe A de la figure 3, on voit comment varie la vitesse de l'alimenteur en fonction de l'enchaînement des étapes 111 et  
10 117 indiquées ci-dessus.

Il faut comprendre que dans ce mode de réalisation du procédé selon l'invention, les boulets sont renouvelés dans le broyeur sans arrêter le broyage. Ils sont par exemple entrés dans le broyeur par l'intermédiaire de l'alimenteur. Lors du chargement du broyeur en boulets, il est important que l'opérateur  
15 enclenche une phase de calibrage pour éviter une dérive de la prise en compte de l'usure des boulets dans la correction du poids mesuré.

Entre l'étape 102 et l'étape 104, il est prévu une étape 103 dans laquelle le programme teste systématiquement le compteur de calibrage pour enclencher automatiquement une phase de calibrage. En cas de détection de la phase de  
20 calibrage, le programme poursuit le traitement à l'étape 108 comme déjà décrit plus haut. Par conséquent, les phases de calibrage sont enchaînées automatiquement même si l'opérateur ne les sollicite pas par l'intermédiaire de la commande manuelle. Ces phases de calibrage déclenchées de façon automatique prendront donc en compte l'usure normale des boulets dans le  
25 broyeur de manière à optimiser la correction de perte de poids de boulets par l'usure normale.

La figure 4 montre de façon très schématique un broyeur à charbon ayant ici un tambour à enveloppe cylindrique 200 rotatif autour d'un axe horizontal A et qui est terminé à ses deux extrémités par des portions coniques  
30 201 et 202 en appui respectivement sur deux paliers 203 et 204 espacés l'un de l'autre suivant l'axe A. Ce broyeur sert à préparer du charbon pulvérulent assurant l'alimentation des brûleurs d'une chaudière. L'organe d'alimentation en charbon à broyer n'est pas représenté sur la figure 4. Il faut comprendre que le charbon à broyer et un gaz de séchage sont introduits respectivement par la  
35 partie annulaire ou tourillon 201 ou 202 prolongeant chaque extrémité conique du tambour et le charbon pulvérisé dans le gaz de séchage est évacué par ces

tourillons à contre courant du charbon brut. Le tambour 200 est chargé en boulets métalliques ou avec d'autres élément broyants en matériau dur qui pulvérisent par écrasement ou trituration le charbon à broyer.

5 Il est entendu que le procédé selon l'invention s'applique à un broyeur ayant un tambour à enveloppe autre que cylindrique, par exemple biconique, tronconique etc...

10 Comme visible sur la figure 4, les capteurs de pesée 11 à 13 et 14 à 16 sont disposés sous les paliers 203,204 pour subir tout le poids du tambour du broyeur. Plus particulièrement figure 6, les trois capteurs 11 à 13 sont disposés entre deux semelles 210,211 parallèles qui sont elles mêmes placées horizontalement entre le palier 203 et une embase 205 reposant sur le sol. Le montage est identique en ce qui concerne les capteurs 14 à 16 disposés entre le palier 202 et l'embase 206.

15 La figure 5 montre très schématiquement un capteur de pesée tel que 11. Il s'agit donc d'un cylindre métallique 300 avec une partie centrale qui est délardée pour créer une poutre travaillant en cisaillement sous l'effet de la pression exercée sur l'étrier d'appui 301. Comme cela a été précisé ci-dessus, les capteurs utilisés sont du type compensés pour prendre en compte que la composante verticale de la pression subie par l'étrier 301.

20 Sur la figure 7, on voit que les capteurs 11 à 13 sont disposés dans un plan sur la semelle 211 suivant une configuration en triangle. Les capteurs 14 à 16 sont disposés de façon analogue en triangle. La disposition en triangle des trois capteurs de pesée permet d'avoir une configuration symétrique par rapport à l'axe de rotation A du tambour et un centre de gravité confondu sur cet axe.  
25 Les capteurs de pesée utilisés pour la mise en œuvre du procédé peuvent par exemple être des capteurs vendus par la société « Nobel Electronik ».

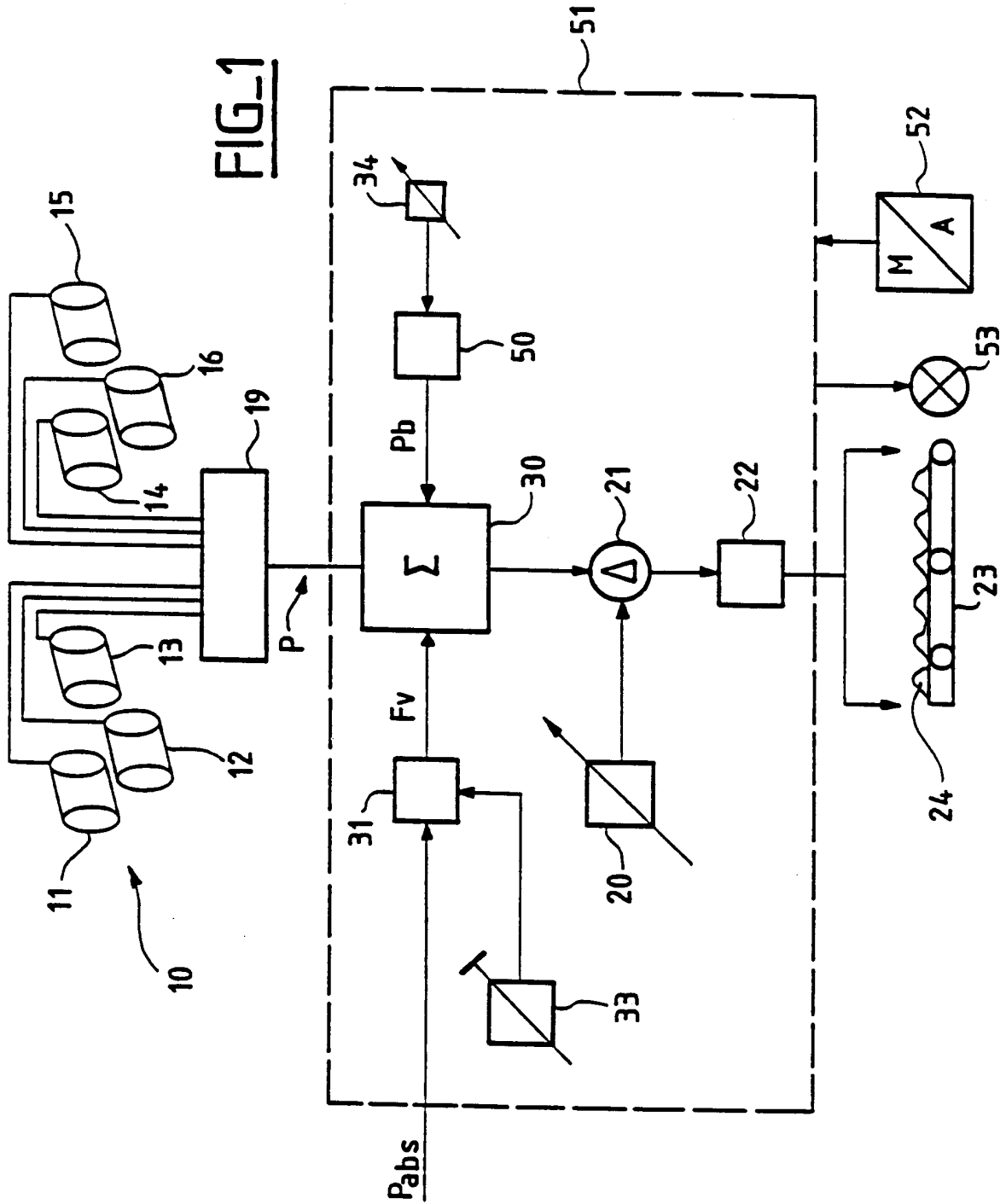
## REVENDEICATIONS

1/ Un procédé pour contrôler le niveau de remplissage d'un broyeur à boulets alimenté en matériau à broyer et doté d'un tambour (200) monté rotatif sur deux paliers distants (201, 202), ledit procédé consistant à mesurer le poids du tambour à l'aide de capteurs de pesée à jauges d contrainte (11-16) disposés sous des paliers supportant le tambour du broyeur et à comparer le poids mesuré à une valeur de consigne préétablie en vue de réguler l'alimentation du broyeur en matériau à broyer, caractérisé en ce qu'il prévoit que l'on corrige, avant l'étape de comparaison, le poids mesuré par une première valeur pondérale ( $F_v$ ) représentative de la composante verticale de l'effort créé par le couple d'entraînement en rotation du tambour.

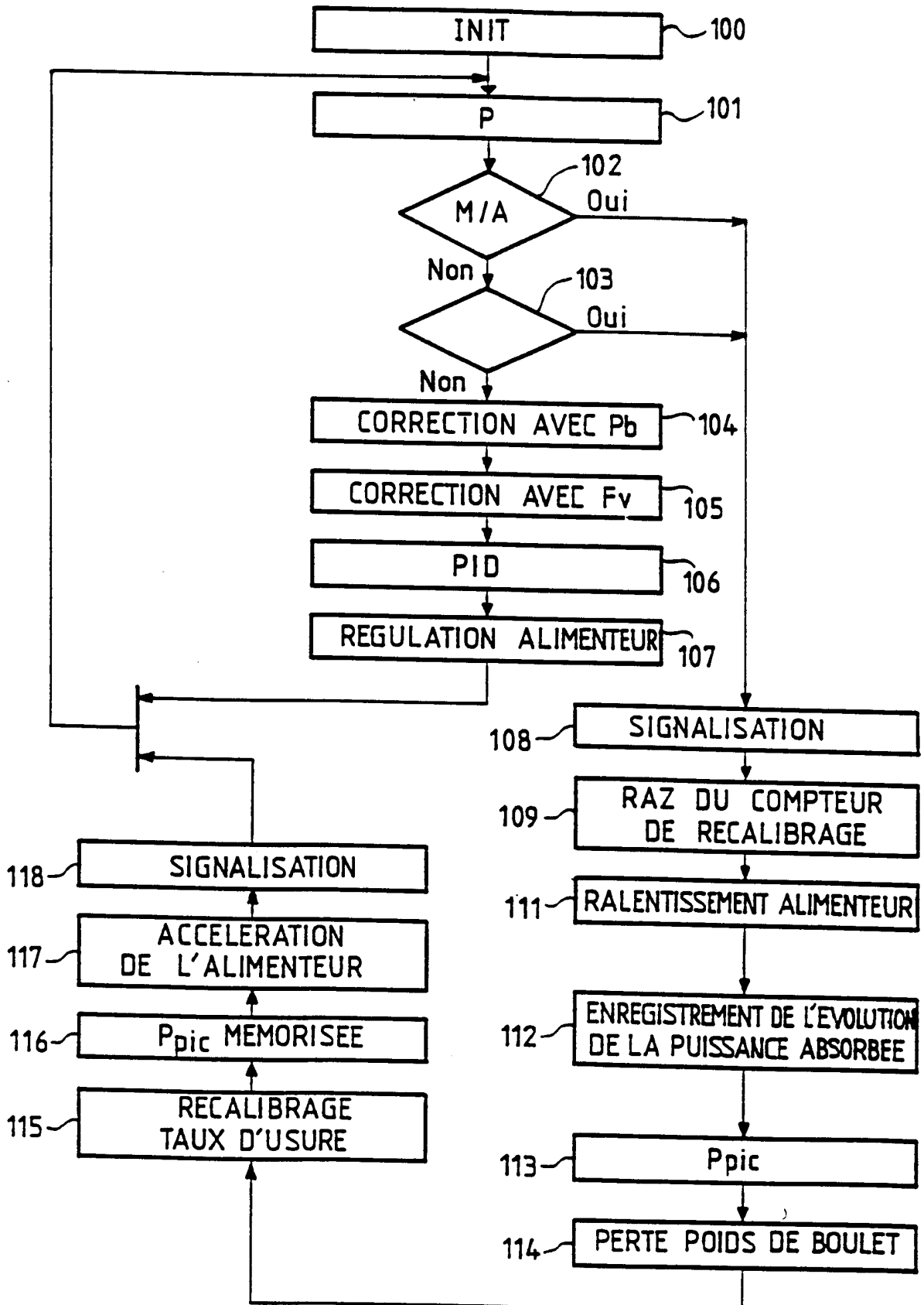
2/ Le procédé selon la revendication 1, dans lequel la première valeur pondérale est obtenue à partir d'une mesure de la puissance ( $P_{abs}$ ) du moteur d'entraînement en rotation du tambour.

3/ Le procédé selon l'une des revendications 1, 2, dans lequel on corrige, avant l'étape de comparaison, le poids mesuré par une seconde valeur pondérale ( $P_b$ ) représentative d'une perte en poids de boulet due à l'usure des boulets dans le temps en tenant compte de phases de renouvellement des boulets dans le broyeur.

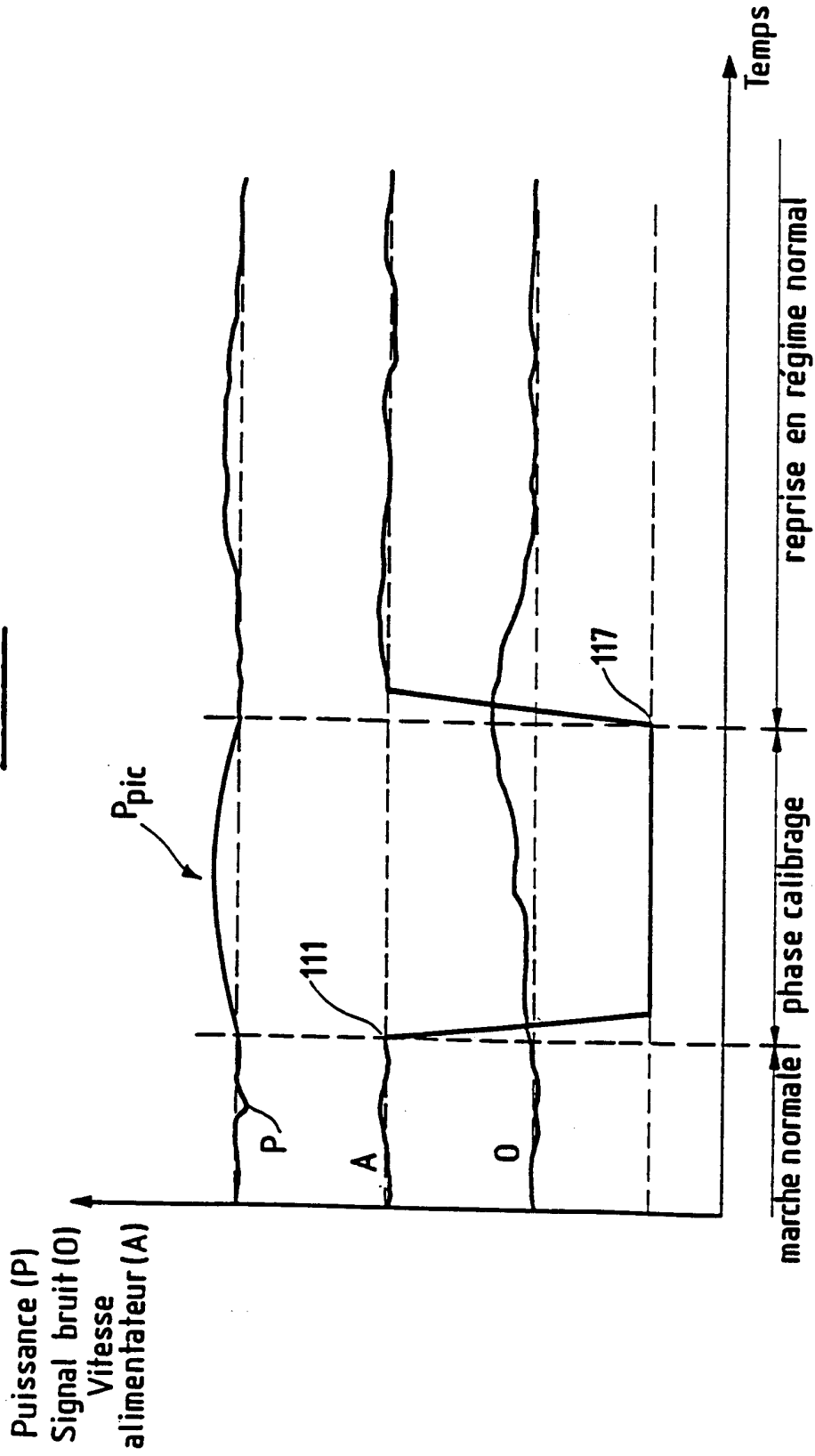
4/ Un dispositif pour la mise en œuvre d'un procédé pour contrôler le niveau de remplissage d'un broyeur à boulets alimenté en matériau à broyer selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant, sous chaque palier (203, 204) portant le tambour du broyeur; trois capteurs de pesée à jauges de contraintes (11, 12, 13, 14, 15, 16) disposés dans un plan suivant une configuration en triangle.

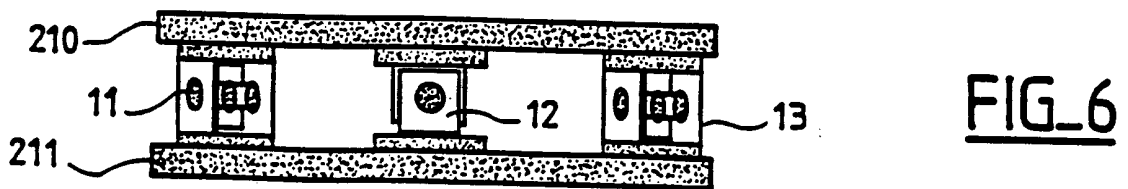
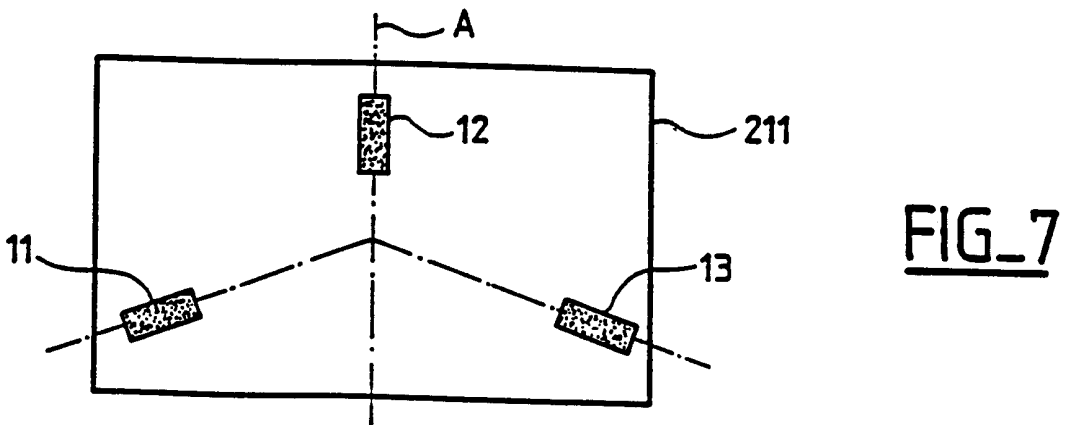
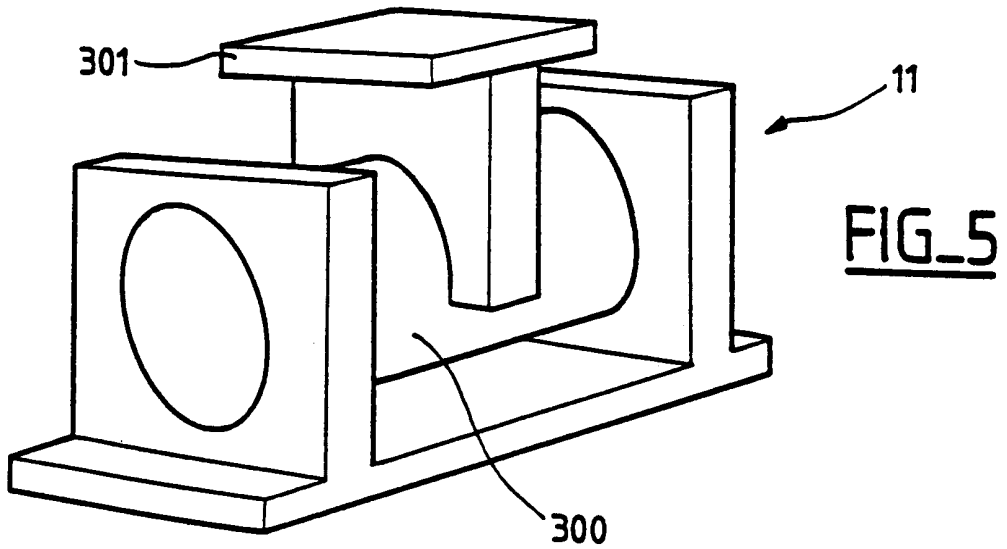
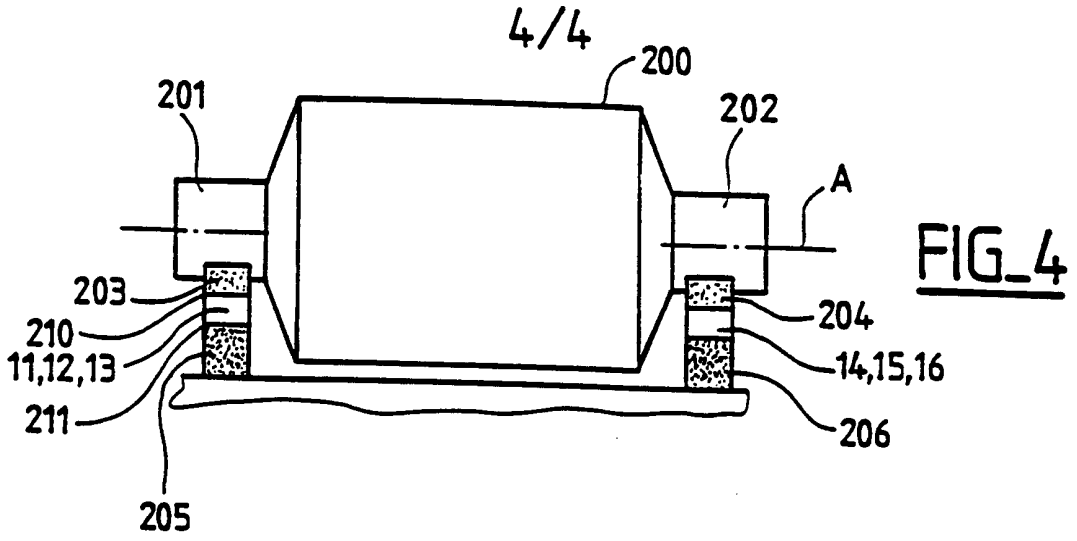


2 / 4  
**FIG\_2**



**FIG\_3**





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No <b>PCT/FR 00/00880</b>
--

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
**IPC 7 B02C17/18 B02C25/00**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
**IPC 7 B02C**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
**EPO-Internal, PAJ**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 960 330 A (HENSON HOWARD K) 1 June 1976 (1976-06-01) column 3, line 37 -column 5, line 22; figure 2	1-4
A	US 3 253 744 A (A.R MAC PHERSON) 31 May 1966 (1966-05-31) column 3, line 28 - line 34; claims 1-3; figures 1,4	1-4
A	DE 12 18 263 B (POLYSIUS GMBH.) 2 June 1966 (1966-06-02) claim 1; figure 1	1-4
A	CA 1 162 076 A (DOMINION ENG WORKS LTD) 14 February 1984 (1984-02-14) claims 1,2; figure 1	1
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.       Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search  <b>30 June 2000</b>	Date of mailing of the international search report  <b>13/07/2000</b>
--	---

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Verdonck, J</b>
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00880

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 325 027 A (MIETTUNEN JORMA K) 28 June 1994 (1994-06-28) abstract -----	2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat onal Application No PCT/FR 00/00880
--

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3960330	A	01-06-1976	NONE	
US 3253744	A	31-05-1966	NONE	
DE 1218263	B		NONE	
CA 1162076	A	14-02-1984	NONE	
US 5325027	A	28-06-1994	FI 910202 A	16-07-1992
			AU 657108 B	02-03-1995
			AU 9008391 A	23-07-1992
			CA 2059352 A	16-04-1993
			ZA 9200107 A	30-09-1992

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem : internationale No

PCT/FR 00/00880

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
 CIB 7 B02C17/18 B02C25/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B02C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 3 960 330 A (HENSON HOWARD K) 1 juin 1976 (1976-06-01) colonne 3, ligne 37 - colonne 5, ligne 22; figure 2	1-4
A	US 3 253 744 A (A.R MAC PHERSON) 31 mai 1966 (1966-05-31) colonne 3, ligne 28 - ligne 34; revendications 1-3; figures 1,4	1-4
A	DE 12 18 263 B (POLYSIUS GMBH.) 2 juin 1966 (1966-06-02) revendication 1; figure 1	1-4
A	CA 1 162 076 A (DOMINION ENG WORKS LTD) 14 février 1984 (1984-02-14) revendications 1,2; figure 1	1
	-/--	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

30 juin 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

13/07/2000

Norm et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentiaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Verdonck, J

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema Internationale No  
PCT/FR 00/00880

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 325 027 A (MIETTUNEN JORMA K) 28 juin 1994 (1994-06-28) abrégé -----	2

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema Internationale No  
PCT/FR 00/00880

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3960330 A	01-06-1976	AUCUN	
US 3253744 A	31-05-1966	AUCUN	
DE 1218263 B		AUCUN	
CA 1162076 A	14-02-1984	AUCUN	
US 5325027 A	28-06-1994	FI 910202 A AU 657108 B AU 9008391 A CA 2059352 A ZA 9200107 A	16-07-1992 02-03-1995 23-07-1992 16-04-1993 30-09-1992