

(19)



(11)

EP 2 086 685 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.03.2012 Patentblatt 2012/13

(51) Int Cl.:
B02C 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07819084.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/009016

(22) Anmeldetag: **18.10.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/049545 (02.05.2008 Gazette 2008/18)

(54) **SICHERHEITSSYSTEM FÜR WÄLZMÜHLEN**

SAFETY SYSTEM FOR ROLLER MILLS

SYSTEME DE SECURITE POUR BROyeurs A ROULEAUX

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

- **JUNG, Otto**
66882 Hütschenhausen (DE)
- **SCHÜTTE, Karl-Heinz**
67705 Trippstadt (DE)

(30) Priorität: **25.10.2006 DE 102006050205**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bitterich, Dr. Keller, Schwerfeger**
Westring 17
76829 Landau (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.08.2009 Patentblatt 2009/33

(73) Patentinhaber: **Gebr. Pfeiffer AG**
67655 Kaiserslautern (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-2005/028112 DE-A1- 3 931 116

(72) Erfinder:
• **HOFFMANN, Dirk**
67705 Trippstadt (DE)

EP 2 086 685 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet:

[0001] Die Erfindung betrifft aktiv redundante Antriebssysteme für Wälzmühlen, welche ein Gehäuse, einen rotierenden Mahlteller mit Mahlbahn, auf der Mahlbahn abrollende Mahlwalzen, ein Axiallager und einen Antrieb aus Elektromotor und Untersetzungsgetriebe zum Antreiben der Mahlbahn umfassen.

Stand der Technik:

[0002] Wälzmühlen sind seit über 100 Jahren bekannt und weltweit im Einsatz. Es gibt sie in den unterschiedlichsten Konstruktionen. So zeigt beispielsweise die DE 153 958 C aus dem Jahr 1902 eine Kegelmühle mit einem umlaufenden Mahlteller, auf dem acht Mahlkegel unter Federdruck aufliegen.

[0003] Moderne Mühlen verwenden Mahlwalzen, die zur Erzielung einer großen Mahlleistung große Gewichte und Durchmesser besitzen. Man vergleiche DE 198 26 324 C, DE 196 03 655 A oder auch EP 0 406 644 B. Dieser Wälzmühlentyp hat sich in der Praxis weitestgehend durchgesetzt, weil er in konstruktiver, regelungstechnischer und energiewirtschaftlicher Hinsicht erhebliche Vorteile aufweist. Haupteinsatzgebiete moderner Wälzmühlen sind die Zementindustrie und die Kohlekraftwerke. In der Zementindustrie werden Wälzmühlen sowohl zur Herstellung von Zementrohmehl als auch zur Klinkervermahlung und zur Kohlevermahlung verwendet. Im Verbund mit Drehrohröfen und Kalzinieranlagen können die Ofenabgase aus dem Wärmetauscher und dem Klinkerkühler dazu verwendet werden, das Mahlgut zu trocknen und das gemahlene Gut pneumatisch zu transportieren. In der Kraftwerkstechnik dienen die Wälzmühlen dazu, die Kohle fein zu mahlen und mit Hilfe der Sichtluft direkt in den Kessel zu fördern, nach Möglichkeit ohne Verwendung eines Zwischenbunkers.

[0004] Es versteht sich, dass auch moderne Wälzmühlen einem betriebsbedingten Verschleiß unterliegen. Für Wartung und Reparatur muss daher die Mühle stillgelegt werden. Wartung und Reparatur im Mahlraum und an den Mahlwerkzeugen wurden in den letzten Jahren so optimiert, dass diese Arbeiten in einem tolerierbaren Zeitraum durchgeführt werden können.

[0005] Moderne Großmühlen benötigen Antriebsleistungen bis zu 10 MW. Es versteht sich, dass die zugehörigen Lager und Antriebe, insbesondere die Getriebe, einer besonderen Konstruktion bedürfen. Besonders belastet sind die Verzahnung, die Wellenlagerung, das integrierte Axial-Drucklager und dessen Unterstützung innerhalb des Getriebegehäuses. Bei Antriebsleistungen bis 6 MW haben sich die Kegelrad-Planetengetriebe als Stand der Technik durchgesetzt, die aufgrund ihrer kreisrunden Bauform an den kreisrunden Mahlteller angepasst sind; sie leiten die statischen und dynamischen Mahlkkräfte in das Fundament. Man vergleiche DE 35 07

913 A oder DE 37 12 562 C. Als Axialdrucklager werden Kippsegmentlager mit hydrodynamischer und/oder hydrostatischer Schmierung eingesetzt. Man vergleiche DE 33 20 037 C.

[0006] Diese an sich platzsparende Konstruktion hat jedoch wesentliche Nachteile. Sobald an nur einer Komponente ein Problem auftritt, muss der gesamte Antrieb ausgebaut werden. Dabei hat es sich als besonders nachteilig herausgestellt, dass es nicht möglich ist, die Räder des Planetengetriebes einer Sichtkontrolle zu unterziehen; dies ist erst nach Ausbau des kompletten Antriebs möglich. Da diese Antriebe Sonderkonstruktionen sind, dauert eine Ersatzbeschaffung entsprechend lange, d. h. Wochen oder Monate, da eine Ersatzteil-Bevorratung wegen der Sonderkonstruktionen als zu kostenintensiv gilt. Das ist unbefriedigend.

[0007] Ein weiterer Nachteil der bekannten Antriebskonstruktion ist der sogenannte Maintenance-Antrieb, der während bestimmter Wartungs- und Reparaturarbeiten den Mahlteller dreht, jedoch nur so lange funktioniert, wie das Hauptgetriebe selbst funktioniert.

[0008] Selbstverständlich hat es nicht an Vorschlägen gefehlt, wie diese Unzulänglichkeiten und Nachteile ausgeschaltet werden könnten. So zeigt die DE 39 31 116 C eine Antriebseinrichtung für eine Rollenmühle mit einem um eine vertikale Achse drehbaren Mahlteller, der einen mit dem Mahltellerunterteil verbundenen Zahnkranz aufweist. Des weiteren sind zwei diagonal angeordnete Antriebe vorgesehen, bestehend aus je einem Antriebsmotor und einem Untersetzungsgetriebe. Jedes Untersetzungsgetriebe weist zwei Ritzel auf, die mit dem Zahnkranz des Mahltellers kämmen.

[0009] Aus der DE 76 20 223 U ist eine Walzenmühle bekannt, unter deren Mahlteller ein Zahnring angebracht ist. Mit dem Zahnring kämmen die Ritzel von vier Hydraulikmotoren, die im Boden des Mühlengehäuses befestigt sind.

[0010] Trotz der theoretischen Vorteile dieser Mehrmotor-Antriebskonzepte konnten sie sich in der Praxis nicht durchsetzen. Gründe hierfür sind der im Vergleich zu Antrieben mit Elektromotor und Getriebe niedrigere Wirkungsgrad sowie geringere Verfügbarkeit und Lebensdauer der Hydraulikkomponenten. Das beschriebene Zwei-Antriebs-Konzept konnte sich nicht durchsetzen, weil sich im Betrieb erhebliche Drehmomentüberhöhungen ausbilden, die eine Überlastung der Getriebe bis hin zur Zerstörung zur Folge haben können. Außerdem war es nicht möglich, beim Ausfall eines Antriebs den Mühlenbetrieb mit der erforderlichen Kapazität aufrecht zu erhalten.

Darstellung der Erfindung:

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Antriebssystem für Walzenmühlen anzugeben, welches es erlaubt, Wartungs- und Reparaturarbeiten am Antrieb ohne Unterbrechung des Gesamtprozesses durchzuführen.

[0012] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein aktiv-redundantes Antriebssystem, wobei eine ständige Verfügbarkeit von wenigstens zwei Antrieben durch die Anordnung von mehr als zwei Antrieben gesichert ist und wobei die wenigstens zwei Antriebe die erforderliche Mahlleistung der Wälzmühle erbringen.

[0013] Ein erster Vorteil des erfindungsgemäßen Antriebssystems ist die erhöhte Verfügbarkeit dank der Möglichkeit, die Mühle mit hinreichender Kapazität weiter betreiben zu können, wenn ein Antrieb ausfällt.

[0014] Ein zweiter Vorteil ist, dass jeder einzelne Antrieb nur einen Teil der Mühlenantriebsleistung aufbringen muss. Dies bedeutet, dass die Elektromotoren und die Getriebe als Serienkomponenten produziert werden können. Es besteht erstmals die Möglichkeit, Antriebe bzw. Antriebskomponenten wirtschaftlich vorrätig zu halten, so dass ein schneller Austausch möglich ist.

[0015] Ein dritter Vorteil des erfindungsgemäßen Konzepts ist dadurch bedingt, dass Getriebe geringer Leistung mit höheren Untersetzungen gebaut werden können als Getriebe größerer Leistung. Dies hat wiederum zur Folge, dass zum Antrieb Elektromotoren mit hoher Drehzahl verwendet werden können. Elektromotoren hoher Drehzahl bauen erheblich kleiner als leistungsgleiche Elektromotoren mit geringer Drehzahl. Auf diese Weise wird eine weitere Reduzierung der Baugrößen und Gewichte möglich.

[0016] Ein vierter Vorteil des erfindungsgemäßen Konzeptes ist darin zu sehen, dass kleine Elektromotoren und kleine Getriebe kleinere Trägheitsmomente besitzen und daher dynamischer sind als große. Die Regelung kann daher schneller auf die Erfordernisse des Mahlvorgangs reagieren.

[0017] Ein fünfter Vorteil des erfindungsgemäßen Konzeptes ist der Wegfall des sogenannten Maintenance-Antriebs. Dessen Aufgabe kann einer der Hauptantriebe übernehmen.

[0018] Ein sechster Vorteil des erfindungsgemäßen Konzeptes ist darin zu sehen, dass die Getriebe jetzt anordnungs- und bauartbedingt eine Sichtkontrolle ohne Demontage ermöglichen.

[0019] Vorzugsweise ist der Zahnkranz, auf den die Ritzel der einzelnen Antriebe kämmen, Bestandteil der Mahlschüssel durch Anflanschen oder Angießen. Die Verzahnung kann eine Innen- oder eine Außenverzahnung sein.

[0020] Des weiteren hat es sich als Vorteil herausgestellt, dass jeder Antrieb mit nur einem einzigen, vorzugsweise kippbeweglichen Ritzel ausgerüstet ist. Schädliche Drehmomentüberhöhungen, wie sie bei dem in der DE 39 31 116 C beschriebenen Antriebskonzept auftreten können, scheiden damit aus.

[0021] Vorteilhafterweise sind die Elektromotoren der Antriebe über Frequenzumrichter gespeist, mit deren Hilfe Drehzahl und Drehmoment geregelt werden.

[0022] Vorteilhafterweise sind die Frequenzumrichter nach dem Master-Slave-Prinzip organisiert. Dadurch ist sichergestellt, dass alle Antriebe synchron arbeiten.

[0023] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Sicherheitssystems sind drei oder mehr Antriebe vorgesehen, wobei darauf geachtet wird, dass die Radialkräfte möglichst symmetrisch auf den Zahnkranz wirken. Dabei kann den räumlichen Gegebenheiten vor Ort entsprechend vorgegangen werden. Auch muss das Abschalten von Antrieben nicht ausschließlich durch Wartungs- oder Reparaturarbeiten bedingt sein; vielmehr ist es möglich, einzelnen Antriebe abzuschalten, wenn weniger Mahlleistung benötigt wird.

[0024] Vorteilhafterweise werden als Elektromotoren Standard-Asynchronmotoren an Stelle der heute üblichen Schleifringmotoren eingesetzt. Asynchronmotoren sind besonders einfach und robust aufgebaut und besitzen beim zweipoligen Aufbau die höchste Ausgangsdrehzahl und damit bei gleicher Leistung das kleinste Bauvolumen.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist jeder Antrieb auf einer Lafette montiert. Auf diese Weise kann der Antrieb besonders einfach aktiviert und deaktiviert werden.

[0026] Die Antriebsmotoren können waagrecht oder senkrecht angeordnet sein. Bei senkrechter Anordnung entfällt die Kegelradstufe des Getriebes.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen:

[0027]

Anhand der Zeichnung soll die Erfindung in Form zweier Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen jeweils rein schematisch

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Wälzmühle als Schnittansicht,

Fig. 2 eine Draufsicht auf die Wälzmühle der Fig. 1 und

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Wälzmühle als Draufsicht.

Ausführliche Darstellung der Ausführungsbeispiele:

[0028] Fig. 1 als Schnittansicht und Fig. 2 als Draufsicht zeigen rein schematisch eine erste Wälzmühle. Man erkennt ein Gehäuse 1, in dem auf einem Axiallager 4 ein Mahlteller 7 mit Mahlbahn 2 drehbar gelagert ist. Auf der Mahlbahn 2 rollen Mahlwalzen 3 ab, deren Anpressdruck mit Hilfe von Zugstangen 6 mit hydraulischem Spannzylinder erzeugt wird.

[0029] Mit dem Mahlteller 7 mechanisch verbunden ist ein Zahnkranz 5. Die Verbindung kann durch Schrauben oder Schweißen erfolgen. Es ist auch möglich, den Zahnkranz 5 direkt an den Mahlteller 7 anzuarbeiten.

[0030] Um das Mühlengehäuse 1 herum sind mehrere Antriebe, bestehend aus Elektromotor 10 und Untersetzungsgetriebe 11, verteilt angeordnet. Die Getriebe 11

sind Kegelrad-Untersetzungsgetriebe, deren Abtriebritzel 12, die vorzugsweise selbsteinstellend sind, mit dem Zahnkranz 5 kämmen.

[0031] Fig. 2 zeigt als Draufsicht um das Mühlengehäuse 1 herum sechs Antriebe, bestehend aus Elektromotor 10 und Kegelrad-Untersetzungsgetriebe 11, verteilt angeordnet. Die Elektromotoren sind mit horizontaler Achse eingebaut.

[0032] Fig. 3 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel. Hier sind die Antriebsmotoren 10 vertikal montiert, so dass die bei den herkömmlichen Getrieben erforderliche Kegelradstufe entfällt. Das Getriebe 11' ist ein reines Stirnrad-Untersetzungsgetriebe. Der Elektromotor 10, bei dem es sich vorteilhafterweise um einen Standard-Asynchronmotor mit vorgeschaltetem Frequenzumrichter handelt, ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel in einer Grube montiert.

[0033] Bei Ausfall eines Antriebs arbeiten die restlichen Antriebe ungestört weiter und bringen auch die erforderliche Mahlleistung. Der defekte Antrieb kann, wenn er auf einer Lafette 13 montiert ist, ohne Unterbrechung des Mahlvorgangs herausgezogen werden. Falls die Antriebe fest montiert sind, genügt in jedem Fall eine nur kurze Unterbrechung des Mahlvorgangs. Während dieser kurzen Zeitspanne kann gemahlenes Mahlgut einem Zwischensilo entnommen werden, so dass der Gesamtprozess, z. B. die Herstellung von Zement im Drehrohrföfen oder die Speisung eines Kraftwerks mit Kohlestaub, nicht unterbrochen werden muss.

Patentansprüche

1. Aktiv redundantes Antriebssystem für Wälzmühlen, welche ein Gehäuse (1), einen rotierenden Mahlteller (7) mit Mahlbahn (2), auf der Mahlbahn (2) abrollende Mahlwalzen (3), ein Axiallager (4) und einen Antrieb aus Elektromotor (10) und Untersetzungsgetriebe (11, 11') zum Antreiben der Mahlbahn (2) umfassen, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine ständige Verfügbarkeit von wenigstens zwei Antrieben (10, 11, 11') durch die Anordnung von mehr als zwei Antrieben (10, 11, 11') gesichert ist und dass die wenigstens zwei Antriebe (10, 11, 11') die erforderliche Mahlleistung der Wälzmühle erbringen.
2. Antriebssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Mahlteller (7) ein Zahnkranz (5) zugeordnet ist und dass die Antriebe je ein Ritzel (12) besitzen, das mit dem Zahnkranz (5) kämmt.
3. Antriebssystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ritzel (12) selbsteinstellend sind.
4. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebe (11')

ein ein- oder mehrstufiges Stirnradgetriebe ist.

5. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Getriebegehäuse Inspektionsöffnungen zur Begutachtung der Zahneingriffe besitzt.
6. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Antrieb auf einer Lafette montiert ist.
7. Antriebssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens drei Antriebe vorgesehen sind.
8. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebe möglichst symmetrisch auf den Zahnkranz (5) wirken.
9. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektromotoren (10) Asynchronmotoren sind.
10. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Elektromotoren (10) mit hoher Drehzahl eingesetzt sind.
11. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektromotoren (10) vertikal montiert sind.
12. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Elektromotoren (10) zum Lastausgleich ein Frequenzumrichter zugeordnet ist.
13. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Elektromotoren (10) zur Anpassung an die Drehzahl der Mahlbahn (2) ein Frequenzumrichter zugeordnet ist.
14. Antriebssystem nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenzumrichter nach dem Master-Slave-Prinzip organisiert sind.
15. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein hochdynamisches Regelungssystem eingesetzt ist.

Claims

1. An actively redundant drive system for roller grinding mills, which comprise a housing (1), a rotating grinding table (7) with grinding track (2), grinding rollers (3) rolling on the grinding track (2), a thrust bearing (4) and a drive consisting of electric motor (10) and reduction gearing (11, 11') for driving the grinding

track (2), **characterised in that** constant availability of at least two drives (10, 11, 11') is ensured by the arrangement of more than two drives (10, 11, 11') and **in that** the at least two drives (10, 11, 11') produce the necessary roller grinding mill grinding power.

2. A drive system according to claim 1, **characterised in that** a toothed ring (5) is associated with the grinding table (7) and **in that** the drives each have one pinion (12), which meshes with the toothed ring (5).
3. A drive system according to claim 2, **characterised in that** the pinions (12) are self-adjusting.
4. A drive system according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the gearing (11') is single- or multi-stage spur gearing.
5. A drive system according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the gear casing has inspection openings for examining the meshing of the teeth.
6. A drive system according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** each drive is mounted on a carriage.
7. A drive system according to claim 1, **characterised in that** at least three drives are provided.
8. A drive system according to any one of claims 2 to 7, **characterised in that** the drives act as far as possible symmetrically on the toothed ring (5).
9. A drive system according to any one of claims 1 to 8, **characterised in that** the electric motors (10) are asynchronous motors.
10. A drive system according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** high speed electric motors (10) are used.
11. A drive system according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the electric motors (10) are mounted vertically.
12. A drive system according to any one of claims 1 to 11, **characterised in that** a frequency converter is associated with the electric motors (10) for load balancing.
13. A drive system according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** a frequency converter is associated with the electric motors (10) for adaptation to the speed of the grinding track (2).
14. A drive system according to claim 12 or claim 13, **characterised in that** the frequency converters are

organised according to the master-slave principle.

15. A drive system according to any one of claims 1 to 14, **characterised in that** a high dynamic response closed-loop control system is used.

Revendications

1. Système d'entraînement à redondance active, dévolu à des broyeurs à rouleaux comprenant un carter (1), une table rotative de broyage (7) avec piste de broyage (2), des rouleaux broyeurs (3) roulant sur ladite piste de broyage (2), un palier axial (4) et un entraînement composé d'un moteur électrique (10) et d'une transmission démultiplicatrice (11, 11') en vue d'entraîner ladite piste de broyage (2), **caractérisé par le fait qu'**une disponibilité permanente d'au moins deux entraînements (10, 11, 11') est assurée par l'implantation de plus de deux entraînements (10, 11, 11') ; et **par le fait que** les deux entraînements (10, 11, 11') à présence minimale procurent la puissance de broyage requise du broyeur à rouleaux.
2. Système d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'**une couronne dentée (5) est associée à la table de broyage (7) ; et **par le fait que** les entraînements sont respectivement pourvus d'un pignon (12) engrenant dans ladite couronne dentée (5).
3. Système d'entraînement selon la revendication 2, **caractérisé par le fait que** les pignons (12) sont autoréglables.
4. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** la transmission (11') est un engrenage droit à un ou plusieurs étage(s).
5. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait que** le carter de la transmission comporte des orifices d'inspection, afin de contrôler les engrènements des dents.
6. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait que** chaque entraînement est monté sur un bâti.
7. Système d'entraînement selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'**au moins trois entraînements sont prévus.
8. Système d'entraînement selon l'une des revendications 2 à 7, **caractérisé par le fait que** les entraînements agissent sur la couronne dentée (5) avec la plus grande symétrie possible.

9. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé par le fait que** les moteurs électriques (10) sont des moteurs asynchrones.
10. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé par** l'utilisation de moteurs électriques (10) à vitesse de rotation élevée. 5
11. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé par le fait que** les moteurs électriques (10) sont montés verticalement. 10
12. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé par le fait qu'un** mutateur de fréquence est associé aux moteurs électriques (10), en vue de la compensation de charges. 15
13. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé par le fait qu'un** mutateur de fréquence est associé aux moteurs électriques (10), en vue de l'adaptation à la vitesse de rotation de la piste de broyage (2). 20
14. Système d'entraînement selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé par le fait que** les mutateurs de fréquence sont organisés suivant le principe maître-esclave. 25
15. Système d'entraînement selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé par** l'utilisation d'un système de régulation hautement dynamique. 30

35

40

45

50

55

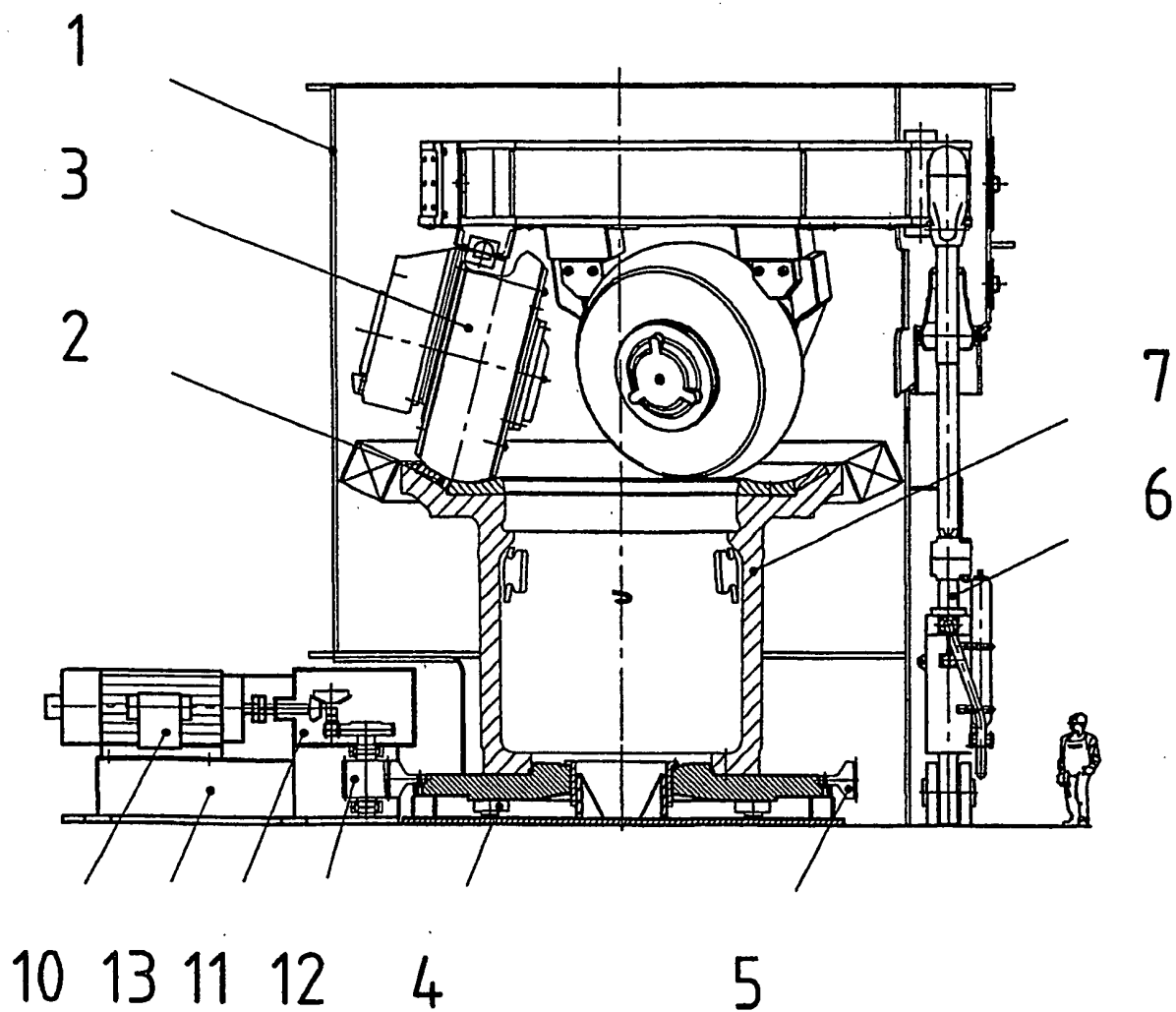


Fig. 1

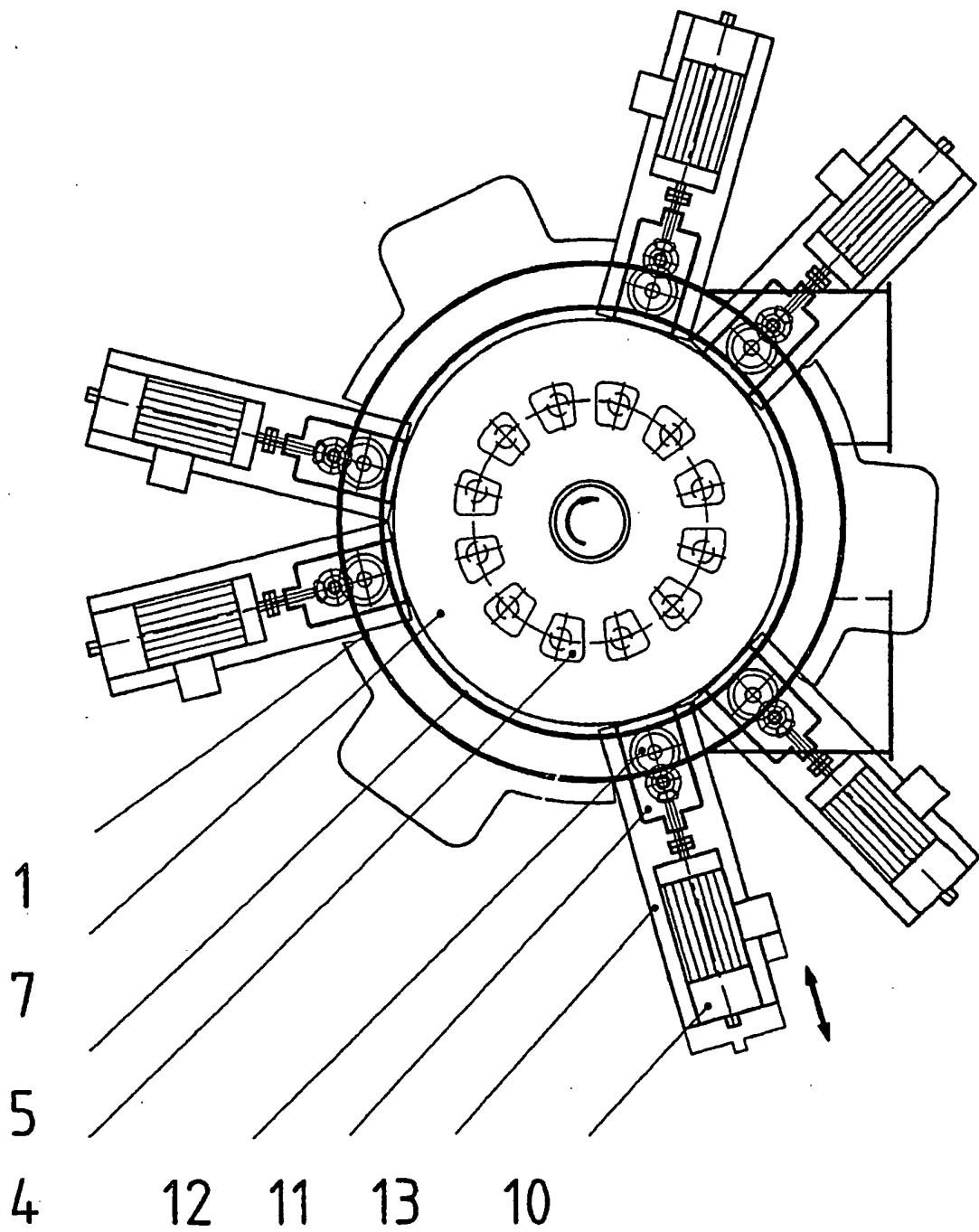


Fig. 2

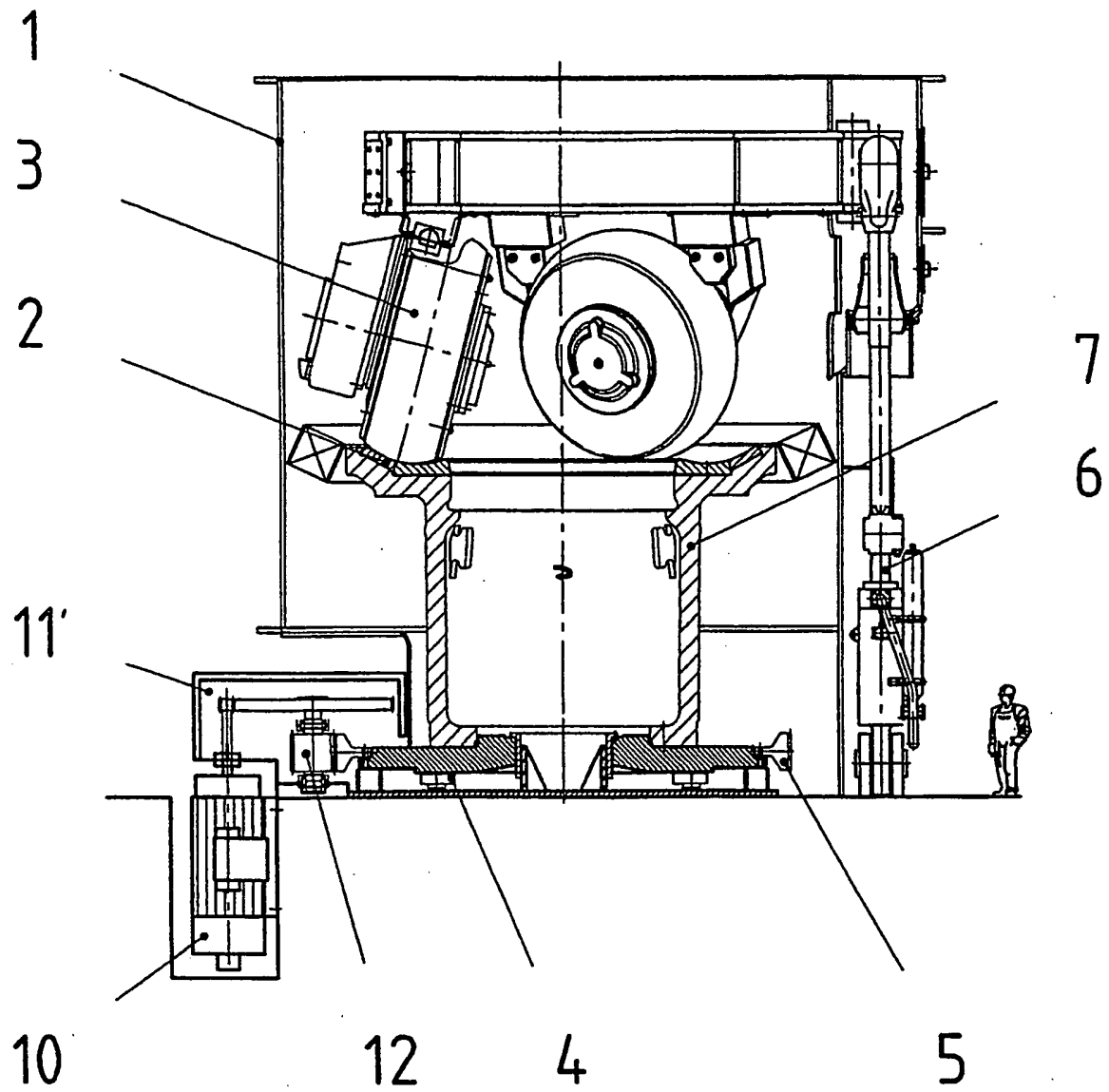


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 153958 C [0002]
- DE 19826324 C [0003]
- DE 19603655 A [0003]
- EP 0406644 A [0003]
- DE 3507913 A [0005]
- DE 3712562 C [0005]
- DE 3320037 C [0005]
- DE 3931116 C [0008] [0020]
- DE 7620223 U [0009]