

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 697 930 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

22.01.1997 Bulletin 1997/04

(21) Numéro de dépôt: **94915586.5**

(22) Date de dépôt: **04.05.1994**

(51) Int. Cl.⁶: **B22D 11/04**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR94/00521

(87) Numéro de publication internationale:
WO 94/25201 (10.11.1994 Gazette 1994/25)

(54) DISPOSITIF DE COMMANDE DES MOUVEMENTS D'UNE LINGOTIERE

VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER BEWEGUNG EINES STRANGES

DEVICE FOR CONTROLLING THE MOTIONS OF AN INGOT MOLD

(84) Etats contractants désignés:
BE DE FR GB IT NL

(30) Priorité: **04.05.1993 FR 9305304**

(43) Date de publication de la demande:
28.02.1996 Bulletin 1996/09

(73) Titulaire: **KVAERNER CLECIM**
95864 Cergy Pontoise Cedex (FR)

(72) Inventeurs:

- **BARBE, Jacques**
F-42100 Saint-Etienne (FR)
- **DARLE, Thierry**
F-67201 Eckbolsheim (FR)
- **MAZODIER, François**
F-42000 Saint-Etienne (FR)
- **PADWO, Zalman**
F-42100 Saint-Etienne (FR)

(74) Mandataire: **Le Brusque, Maurice et al**
Cabinet Harlé et Phélip
21, rue de la Rochefoucauld
75009 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 325 931 **EP-A- 0 468 607**

- **ECKEHARD FÖRSTER ET AL. 'Reibungskräfte zwischen Strang und Kokille beim Knüppelstrangguss von Stahl mit Kokillenölschmierung' 3 Juillet 1992, STAHL UND EISEN 113(1993) 15 SEPTEMBER, NO. 9, DÜSSELDORF voir page 93 - page 99**
- **M. NADIF ET AL. 'Influence de la solidification de la première peau sur la génération des défauts sur brame. Utilisation de l'oscillation hydraulique à Sollac Florange', REVUE DE METALLURGIE 89(1992) OCTOBRE, NO. 10, PAGE 847-855, PARIS voir figure 8**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 697 930 B1

Description

La présente invention se rapporte à un procédé et à un dispositif de commande des mouvements d'une lingotière d'un ensemble de coulée continue animée de mouvements alternatifs le long d'une ligne de coulée.

La technique de coulée en continu d'un métal fondu pour l'obtention d'un produit tel qu'une billette, un bloom ou une brame, est connue et utilisée depuis longtemps. D'une façon générale, une installation de coulée en continu comprend une lingotière ou coquille, constituée d'un moule sans fond limitant une cavité ouverte à ses deux extrémités et dont les parois sont refroidies énergiquement de façon que le métal fondu coulé dans l'orifice supérieur du moule forme, le long des parois refroidies, une croûte solidifiée ayant une épaisseur et une qualité métallurgique suffisantes, au niveau de l'orifice inférieur, pour permettre l'évacuation en continu d'un produit limité par ladite croûte solidifiée et dont la partie centrale restée liquide se solidifie progressivement dans un dispositif dit de refroidissement secondaire placé en aval de la lingotière, dans le sens de coulée, et dans lequel sont placés, en outre, des moyens d'extraction, par exemple, des rouleaux entraînés en rotation, qui permettent de tirer le produit vers le bas à une vitesse réglable qui dépend des conditions de coulée.

Généralement, la lingotière a un axe sensiblement vertical et le dispositif de refroidissement secondaire, qui forme un corset de guidage du produit, est courbé de façon à ramener à l'horizontale le produit coulé verticalement, pour faciliter son évacuation et son découpage en tronçons d'une certaine longueur.

Il est nécessaire d'éviter une adhérence du métal sur les parois refroidies de la lingotière qui pourrait provoquer des défauts tels que des criques ou des arrachements de la croûte solide et, ainsi, favoriser des percées ou, du moins, altérer la qualité du produit coulé.

C'est pourquoi, dès le début du développement de la technique de coulée continue, on a proposé de faire osciller la lingotière parallèlement à son axe rectiligne ou courbe. A cet effet, on utilise différents dispositifs bien connus. Généralement, la lingotière est fixée de façon amovible sur une table de supportage et de guidage, qui est reliée à un ensemble électro-mécanique, et/ou hydromécanique de guidage et de commande. Ce dernier peut être, par exemple, un système à excentrique donnant à la lingotière un mouvement de type sinusoïdal. D'autres systèmes d'oscillation, par exemple à cames ou à commande hydraulique donnent de plus larges possibilités de réglage du mouvement d'oscillation et permettent, par exemple, de réaliser un diagramme de vitesses de type sinusoïdal, carré, en dents de scie ou autre.

Selon les époques, les ensembles mécaniques de guidage et d'oscillation ont pris des formes très diverses.

Tout d'abord, on peut distinguer la fonction de guidage et la fonction d'oscillation. La table de la lingotière

est maintenue par des guides qui lui font suivre le chemin voulu, et, d'autre part, est reliée à des actionneurs qui lui donnent un mouvement alternatif d'oscillation. On peut par exemple utiliser quatre actionneurs prenant appui en quatre points sur la table et reliés à un générateur de mouvement unique.

On peut aussi réaliser le guidage et la commande des oscillations au moyen d'un même ensemble comprenant par exemple un levier d'oscillation associé à des biellettes de maintien de la lingotière sur le parcours voulu.

Pour commander les oscillations de la lingotière, on peut utiliser des systèmes à excentrique ou à came ou bien des systèmes à vérin hydraulique. Les systèmes à excentrique peuvent agir directement sur la table de support de la lingotière ou bien, par l'intermédiaire d'une bielle, sur le levier qui supporte la lingotière et, en même temps, lui imprime les mouvements d'oscillation.

Lorsque les oscillations sont commandées par un excentrique, la loi de mouvement a une forme sinusoïdale. Mais on peut aussi commander le mouvement au moyen d'une came de forme voulue qui attaque le levier d'oscillation par un galet de roulement. Dans ce cas, on peut régler le profil de la came de façon à obtenir une loi de mouvement déterminée permettant, par exemple, de donner à la lingotière une vitesse de remontée plus grande que la vitesse de descente et de répartir inégalement la durée des cycles d'accompagnement du produit et de retour.

Les systèmes d'oscillation à vérin donnent encore d'autres possibilités de réglage permettant, par exemple, de réaliser un diagramme de vitesse de type carré, en dents de scie ou autre.

Par ailleurs, pour éviter le collage de la croûte solidifiée sur les parois refroidies, il est aussi nécessaire de lubrifier celles-ci au moyen d'un produit susceptible de s'interposer entre la croûte et la paroi, pour favoriser le glissement et améliorer la qualité de surface.

On peut utiliser un lubrifiant liquide en cas de coulée en jet libre ou bien, en cas de coulée par busette immergée, une poudre qui est déversée sur le ménisque formé par le métal liquide à la partie supérieure de la lingotière et qui fond au contact du métal. Il est avantageux d'utiliser des produits qui, outre leur pouvoir lubrifiant, remplissent les fonctions d'un laitier telles que l'absorption des inclusions.

Le laitier liquide constitué ainsi au contact du ménisque de métal descend le long des parois refroidies de la lingotière en formant un film de faible épaisseur entre la paroi et la croûte solidifiée.

Cette descente du laitier le long des parois est favorisée par le mouvement cyclique d'oscillation de la lingotière qui comprend, à chaque cycle, une phase de descente de la lingotière et une phase de remontée dans le sens inverse du produit qui continue à descendre. Depuis longtemps, on sait qu'il est intéressant de régler le mouvement d'oscillation de la lingotière de telle sorte que celle-ci atteigne, à la fin de la descente, une vitesse plus grande que la vitesse d'extraction du pro-

duit, ce qui permet de créer un effet de glissement négatif pendant un certain temps appelé " temps de strippage négatif " ou bien "temps de cicatrisation". On a observé, en effet, que le laitier liquide interposé entre la paroi refroidie et la croûte solidifiée est comprimé pendant la durée du glissement négatif puis se décompresse, ce qui favorise l'infiltration du lubrifiant.

Il en résulte, cependant, la formation sur les faces du produit coulé de rides ou marques d'oscillation dont la profondeur dépend de la nature du métal, mais aussi des conditions de coulée et, notamment, de la course et de la fréquence des oscillations ainsi que de la durée du glissement négatif.

En particulier on sait, par expérience, que l'augmentation de la fréquence, par exemple dans une gamme de 4 à 10 Hz, par rapport à la fréquence habituelle de 1 à 3 Hz, diminue l'importance des rides d'oscillation.

D'autre part, on cherchait auparavant, à réaliser un temps de strippage négatif TSN le plus long possible et, par conséquent, un temps de retour de la lingotière, TP le plus court possible pour un temps T0 de durée du cycle d'oscillation donnée.

Or, à la suite d'une analyse plus détaillée des phénomènes d'interface paroi du moule/produit et de formation de la peau, on estime maintenant, qu'il faut essentiellement réduire le temps de cicatrisation et, dans ce but, on utilise habituellement des fréquences assez élevées conjointement avec une course réduite, ce qui permet, en outre, de limiter les forces d'inertie et les risques de vibrations du mécanisme d'oscillation à des valeurs compatibles avec la tenue des organes mécaniques. Toutefois, on diminue ainsi l'infiltration du lubrifiant, ce qui augmente le danger de collage.

Pour améliorer la qualité de surface du produit coulé, et notamment, minimiser autant que possible la profondeur des rides d'oscillation, on a cherché à agir sur certains paramètres tels que la fréquence et la course d'oscillation ou la durée du temps de strippage par rapport au temps de remontée (EP-A-0.325.931).

Cependant, la vitesse d'extraction du produit, c'est-à-dire la vitesse de coulée V_C ne peut pas être maintenue constante ni même limitée à une plage étroite. En effet, cette vitesse dépend déjà de la section transversale du produit, des billettes de faible section étant coulées à des vitesses bien supérieures à celles que l'on admet pour des produits de plus grandes dimensions tels que les blooms ou les brames.

Par ailleurs, pour un même produit, on peut être amené, dans les installations modernes, à faire varier largement la vitesse d'extraction au cours du processus de coulée, par exemple pendant le temps de remplacement d'une poche, en cas de changements des dimensions du produit ou pour tout autre raison.

Or, dans les installations connues jusqu'à présent, les possibilités de réglage des différents paramètres sont limitées, en particulier dans les cas les plus courants où l'on utilise des actionneurs mécaniques du genre bielle-manivelle qui limitent les possibilités de

réglage.

L'invention a pour objet un nouveau procédé et des dispositifs qui, au contraire, permettent de conduire le système d'oscillation de la lingotière au moyen d'un système interactif qui, compte-tenu de l'actionneur en place dans l'installation, permettra de fixer une loi de mouvement de la lingotière correspondant, de façon optimale, aux conditions de coulée à chaque instant.

Ainsi, alors que les dispositifs connus ne permettaient en pratique que d'agir essentiellement sur la course et la fréquence des oscillations, en conservant la forme générale de la loi de mouvement, l'invention propose un procédé et un dispositif de commande des mouvements de lingotière permettant d'adapter à chaque instant la loi de mouvement aux conditions de coulée pour maintenir la qualité du produit obtenu.

D'une façon générale, l'invention concerne donc un dispositif de commande des oscillations d'une lingotière dans une machine de coulée continue de métal comportant une lingotière montée sur un support, des moyens de maintien de la lingotière sur une trajectoire sensiblement verticale et un système de génération d'un mouvement alternatif d'oscillation de la lingotière suivant ladite trajectoire, comprenant un actionneur, un organe de commande d'un mouvement périodique de l'actionneur selon une loi de mouvement déterminée et des moyens de transformation du mouvement périodique de l'actionneur en un mouvement de va-et-vient de la lingotière, la loi de mouvement de l'actionneur étant fixée de façon à déterminer les valeurs d'au moins certains paramètres du mouvement de la lingotière tels que l'amplitude des oscillations, leur fréquence et la variation des vitesses de déplacement de la lingotière vers le haut et vers le bas au cours de chaque cycle.

Conformément à l'invention, l'actionneur et son organe de commande étant réglés pour une loi de vitesse primaire fixée à l'avance, le dispositif comprend un moyen de correction instantanée de la vitesse de déplacement de la lingotière déterminée par ladite loi de mouvement primaire de telle sorte que l'oscillation de la lingotière, au cours de chaque cycle, suive une loi de mouvement optimale adaptée à chaque instant aux conditions de coulée.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le moyen de variation de vitesse est un système de création de mouvement selon une loi additionnelle qui ajoute son action au mouvement déterminé par l'organe de commande de telle sorte que la loi de mouvement résultant de la conjonction de la loi additionnelle avec la loi primaire soit adaptée de façon optimale aux conditions de coulée à chaque instant.

L'invention peut s'appliquer, en particulier, à tout système de génération de mouvement dans lequel l'actionneur est constitué, par exemple, d'un excentrique ou d'une came entraîné en rotation par un moteur électrique ou hydraulique, par l'intermédiaire d'un ensemble de transmission. Dans ce cas, le moyen de variation de vitesse pilote le moteur d'entraînement ou l'un des éléments de l'ensemble de transmission, grâce

à un système de création de mouvement commandé selon une loi mathématique et de connaissance, permettant d'agir sur l'ensemble des paramètres tels que la fréquence, la répartition des temps de strippage négatifs et de remontée pour chaque cycle, ainsi que la forme des raccordements entre ces deux phases du mouvement. De préférence, l'amplitude du mouvement sera considéré comme un paramètre constant pour la loi mathématique choisie.

D'autre part, selon une caractéristique essentielle de l'invention, la loi de connaissance pourra évoluer au cours de la coulée, en régime établi ou transitoire, pour corriger l'effet des paramètres qui pourraient modifier la qualité de surface du produit coulé.

Selon l'invention, différents systèmes à excentrique avec différentes structures d'ensemble de lingotière peuvent être utilisés. Dans une variante, le système à excentrique est constitué par au moins un groupe de deux excentriques disposés entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble, les deux excentriques étant entraînés par le même arbre d'entraînement, qui est relié au moteur par l'ensemble de transmission de mouvements.

Dans une autre variante, le système à excentrique est constitué par au moins un groupe de deux excentriques disposés entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble, l'un des deux excentriques étant entraîné par le moteur avec l'ensemble de transmission de mouvements, l'autre excentrique étant entraîné par le premier excentrique au moyen d'une biellette d'accouplement.

Dans une autre variante, le système à excentrique est constitué par au moins un excentrique disposé entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble, le support de lingotière étant porté par des leviers s'articulant sur un support fixé sur le bâti de l'ensemble, l'excentrique étant entraîné par le moteur avec son ensemble de transmission.

Dans une autre variante, le système à excentrique est constitué par au moins un excentrique disposé entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble, le support de lingotière étant porté par des leviers s'articulant sur un support fixé au bâti, l'excentrique étant raccordé au bras de commande d'un des leviers et étant entraîné par le moteur avec son ensemble de transmission, le bras de commande étant situé de l'autre côté dudit levier par rapport à son articulation sur le support fixé au bâti, et l'excentricité pouvant être réglée par un dispositif spécial.

Dans une autre variante le système à excentrique est constitué par au moins un excentrique disposé entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble, le support de lingotière étant porté par des leviers s'articulant sur un support fixé au bâti de l'ensemble, ledit support étant en deux parties, une partie fixée sur le bâti, et une partie mobile s'articulant par rapport à la partie fixe au moyen d'un vérin de manoeuvre, les leviers s'articulant sur la partie mobile, l'excentrique étant disposé entre le bras de commande de l'un des leviers, et une embase

fixée sur le bâti, le bras de commande étant disposé de l'autre côté dudit levier par rapport à son articulation sur la partie mobile du support; l'excentrique étant entraîné par le moteur avec son ensemble de transmission.

Selon l'invention, différents systèmes à vérin(s) hydraulique(s) avec différentes structures d'ensemble de lingotière peuvent être utilisés. Dans une variante de l'invention, le système à vérin(s) hydraulique(s) est constitué par au moins deux vérins hydrauliques disposés entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble.

Dans une autre variante, le système à vérin(s) hydraulique(s) est constitué par au moins un vérin hydraulique disposé entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble, le support de lingotière étant porté par des leviers s'articulant sur un support fixé sur le bâti de l'ensemble.

Dans une autre variante, le système à vérin(s) hydraulique(s) est constitué par au moins un vérin hydraulique disposé entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble, le support de lingotière étant porté par des leviers s'articulant sur un support fixé au bâti, le vérin hydraulique étant disposé entre le bras de commande d'un des leviers et une embase fixe, le bras de commande étant situé de l'autre côté dudit levier par rapport à son articulation sur le support fixé au bâti.

Dans une autre variante, le système à vérin(s) hydraulique(s) est constitué par au moins un vérin hydraulique disposé entre le support de lingotière et le bâti de l'ensemble, le support de lingotière étant porté par des leviers s'articulant sur un support fixé au bâti de l'ensemble, ledit support étant en deux parties, une partie fixée sur le bâti, et une partie mobile s'articulant par rapport à la partie fixe au moyen d'un vérin de manoeuvre, les leviers s'articulant sur la partie mobile, le vérin hydraulique étant disposé entre le bras de commande d'un des leviers, et une embase fixée sur le bâti, le bras de commande étant disposé de l'autre côté dudit levier par rapport à son articulation sur la partie mobile du support.

L'invention peut aussi s'appliquer à un système de génération de mouvements alternatifs comprenant au moins un actionneur hydraulique associé à des moyens d'alimentation déterminant un mouvement alternatif de l'actionneur selon une loi périodique. Dans ce cas, le moyen de variation de vitesse pilote l'alimentation de l'actionneur hydraulique à partir d'une loi additionnelle déterminée par un modèle ou des tables de façon à adapter la loi périodique de l'actionneur aux conditions de coulée à chaque instant.

L'ensemble du système de gestion des mouvements de la lingotière peut fonctionner en automatique et comprend des moyens de reprise temporaire en commande manuelle et des moyens de validation définitive des corrections apportées manuellement.

Le système peut aussi fonctionner en boucle fermée et comprend alors des moyens d'autocontrôle à partir de mesures faites in situ.

Selon un mode de réalisation préférentiel de

l'invention, le système de commande comprend un modèle ou des tables pour l'élaboration de consignes correspondant aux conditions de coulée pour l'obtention d'une qualité optimale, un capteur de position élaborant un signal de mesure de la position de la lingotière à chaque instant, un élément de correction de consignes recevant, sur ses différentes entrées, les consignes élaborées par le modèle, la mesure de position et des consignes ou informations se rapportant au produit et à l'ensemble de la machine, et un organe de commande régulée du moyen de variation de vitesse à partir d'une consigne de position élaborée à chaque instant par l'élément de correction de consigne.

Afin de permettre à tout moment l'intervention manuelle, le système de gestion connecte un ensemble de corrections manuelles à la commande régulée de manière à agir sur ladite commande régulée, en ayant priorité sur les consignes de position générées par l'élément de correction de consignes, qu'elle neutralise.

De plus l'élément de corrections de consignes reçoit des informations et/ou des consignes manuelles, qui ont priorité sur les consignes se rapportant au produit où à l'ensemble de la machine, qu'elles neutralisent.

De plus, dans le système de gestion selon l'invention, les tables ou le modèle sont eux-mêmes gérés par un système auto-adaptateur, qui reçoit en permanence la mesure de position de la lingotière, de manière à prendre en compte ce qui a été effectivement réalisé, et d'adapter les valeurs des tables ou du modèle en lui ou leur envoyant de nouvelles consignes.

Avantageusement, le système auto-adaptateur possède un système de validation immédiate automatique, qui peut être interrompu et différé à volonté par l'opérateur.

En outre, une liaison de dialogue homme - machine, entre le système auto-adaptateur et les tables ou le modèle, permet de capter les informations nécessaires, et d'envoyer les adaptations choisies sur les tables ou le modèle.

Le dispositif de commande des mouvements d'une lingotière selon l'invention, ainsi que son procédé de gestion présentent ainsi l'avantage d'avoir des temps relatifs de montée et de descente, qui peuvent être adaptés à tout instant à la demande, de manière à parvenir à la qualité du produit à obtenir.

D'autres avantages ressortiront de l'invention, qui sera mieux comprise à l'aide de la description donnée ci-dessous d'exemples particuliers de réalisation, décrits à titre non limitatif en référence aux dessins annexés sur lesquels:

La Figure 1 est une vue schématique de côté de la partie supérieure d'une installation de coulée continue, dont les mouvements alternatifs de la lingotière sont donnés par un système à excentrique.

La Figure 2 est une vue analogue à la Figure 1, l'installation étant munie d'un autre type de système à excentrique.

La Figure 3 est une vue schématique de côté de la partie supérieure d'une installation de coulée continue comportant des leviers, et dont les mouvements alternatifs de la lingotière sont donnés par un système à excentrique.

La Figure 4 est une vue schématique analogue à la Figure 3, d'un autre dispositif de système à excentrique.

La Figure 5 est une vue schématique de côté de la partie supérieure d'une installation de coulée continue, dont les mouvements alternatifs de la lingotière sont donnés par un système à excentrique agissant sur un dispositif à levier.

La Figure 6 montre deux exemples de courbes représentatives des mouvements de la lingotière.

La Figure 7 est un diagramme représentatif des variations de la vitesse au cours d'un cycle d'oscillation.

La Figure 8 est une vue schématique d'un dispositif de variation de vitesse selon l'invention, qui coopère avec le système de génération des mouvements alternatifs afin d'obtenir des temps relatifs de montée et de descente de la lingotière voulus.

La Figure 9 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation d'un dispositif de variation de vitesse selon l'invention.

La Figure 10 est une vue schématique en perspective d'un autre mode de réalisation d'un dispositif de variation de vitesse utilisant un vérin hydraulique.

La Figure 11 est une vue schématique du système de gestion du dispositif de commande des mouvements d'une lingotière selon l'invention.

La Figure 12 est une vue d'ensemble schématique d'une installation pour la mise en oeuvre de l'invention.

Le dispositif de commande selon l'invention se rapporte aux mouvements d'une lingotière, dont l'ensemble comporte un système de génération de mouvements alternatifs, associé à un système de tenue ainsi qu'à un système de guidage de la lingotière dont des exemples de réalisation sont représentés sur les Figures 1 à 5.

Dans ces Figures 1 à 5, le système de génération des mouvements alternatifs est constitué par un système à excentrique qui commande le support 2 de la lingotière 1. Ce type de système à excentrique est entraîné par un moteur 4 avec lequel il est relié par un ensemble de transmission 5 de mouvements.

Généralement, un tel système à excentrique est entraîné à une vitesse constante et permet donc d'obtenir un déplacement régulier de la lingotière suivant un mouvement sinusoïdal tel que représenté par la courbe A de la Figure 6, qui montre les déplacements de la lingotière en fonction du temps.

Il est intéressant, cependant, de faire varier la répartition des temps de montée et de descente de la lingotière et l'on peut utiliser à cet effet des systèmes à cames ou à vérins hydrauliques, qui permettent d'obtenir, par exemple, une courbe en dents de scie telle que

la courbe B de la Figure 7.

La forme de cette courbe peut être adaptée au besoin mais, normalement, est fixée une fois pour toutes par le système de génération de mouvement, notamment par le profil de la came et l'on ne peut, normalement, agir que sur la fréquence des oscillations en faisant varier la vitesse de rotation de la came et, éventuellement, sur leur amplitude en agissant sur le système de transmission de mouvement.

Sur les Figures 1 à 5, on a représenté, à titre d'exemple, divers systèmes connus pour la commande des oscillations d'une lingotière de coulée continue.

Dans le mode de réalisation représenté sur la Figure 1, la lingotière 1 est montée dans un cadre de support 2 associé à des guides non représentés qui permettent de maintenir l'axe de la cavité de coulée sur une trajectoire déterminée, l'ensemble étant animé d'un mouvement vertical de va-et-vient par deux excentriques 10 montés sur un arbre d'entraînement 11 qui est entraîné en rotation par un moteur 4, par l'intermédiaire d'un ensemble 5 de transmission de mouvement, l'ensemble étant monté sur un bâti de support 3.

Dans le mode de réalisation représenté sur la Figure 2, la lingotière et son cadre de support 2 sont animés d'un mouvement de va-et-vient par au moins un groupe de deux excentriques 20 qui sont disposés entre le support 2 de lingotière 1, et le bâti 3 de l'ensemble. Dans ce type de réalisation, l'un des deux excentriques 20' est entraîné par le moteur 4 avec l'ensemble de transmission 5 de mouvements. L'autre excentrique 20 est entraîné par le premier excentrique 20 au moyen d'un arbre d'accouplement 21.

Lorsque dans ce type d'architecture, le système de génération des mouvements alternatifs de la lingotière 1 est constitué par un système à vérin(s) hydraulique(s), ce système à vérin(s) hydraulique(s) est constitué par au moins deux vérins hydrauliques qui sont disposés entre le support 2 de la lingotière 1 et le bâti 3 de l'ensemble en lieu et place de chacun des excentriques 20.

Dans le type de réalisation représenté sur la Figure 3, le système de génération des mouvements alternatifs de la lingotière 1 est constitué par un système à excentrique comportant au moins un excentrique 30 disposé entre le support 2 de lingotière et le bâti 3 de l'ensemble. Dans ce type de réalisation, la lingotière est soutenue et maintenue sur sa trajectoire par deux paires de bielles 31 articulées, respectivement, sur deux pièces de support 2 de la lingotière 1 et sur un châssis 32 fixé sur le bâti de l'ensemble. Les mouvements d'oscillation sont commandés par deux excentriques 30 solidaires en rotation et entraînés par le moteur 4 au moyen de l'ensemble de transmission 5. L'excentricité et, par conséquent, l'amplitude des oscillations, peut être réglée par un dispositif de type connu.

Dans le cas des Figures 1 à 3, l'actionneur qui génère les mouvements alternatifs de la lingotière est donc un excentrique prenant appui directement sur le support de la lingotière, celle-ci étant maintenue sur sa

trajectoire par des moyens de guidage.

Mais la fonction de guidage peut également être assurée par le système de génération de mouvement comme, par exemple, dans le cas de la Figure 4 où la lingotière est supportée et maintenue sur sa trajectoire par une paire de leviers 41 et une paire de bielles 41' articulées sur le support 2 de la lingotière 1 et sur un châssis 42 fixé sur le bâti 3 de l'installation.

Chaque levier 41 est prolongé au-delà de son axe d'articulation 44 par un bras 43 fixé à son extrémité sur une barre de solidarisation 46 sur laquelle est appliqué le mouvement d'oscillation. Celui-ci est commandé, par exemple, par un excentrique ou une came 40, par l'intermédiaire d'une bielle 47.

Un moteur 4 électrique ou hydraulique entraîne en rotation l'excentrique 40 par l'intermédiaire d'un ensemble de transmission 5.

Un système analogue a été représenté dans le cas de la Figure 5, la lingotière étant supportée et maintenue sur sa trajectoire par une paire de leviers 51 associés à des bielles de maintien 51' et articulés autour d'axes 57 sur un châssis 54 prenant appui sur le bâti 3. Cependant, selon une disposition particulière, le châssis 54 repose, en service, sur une partie fixe 53 solidaire du bâti 3 et peut basculer autour d'un axe fixe 52, sous l'action d'un vérin 55, de façon à écarter de l'axe de coulée l'ensemble de la partie supérieure.

Les Figures 1 à 5 représentent donc schématiquement les dispositions utilisées habituellement pour générer des mouvements d'oscillation de la lingotière le long d'une trajectoire guidée et l'on va voir que l'invention peut s'adapter à tous ces modes de réalisation.

Par ailleurs, dans tous les mécanismes représentés sur les Figures 1 à 5, le système de génération des mouvements peut être constitué par un ou plusieurs vérins hydrauliques généralement disposés en lieu et place des excentriques.

D'une façon générale, l'invention permet d'apporter des corrections instantanées à la vitesse de déplacement de la lingotière déterminée par l'organe de commande des oscillations au moyen d'un dispositif de variation de vitesse, qui coopère avec le système de génération des mouvements alternatifs, de manière à obtenir des vitesses relatives de montée et de descente de la lingotière qui soient adaptée à la qualité du produit à obtenir.

La Figure 7 est un diagramme indiquant, en ordonnées, la variation des vitesses de la lingotière en fonction du temps indiqué en abscisse.

Les vitesses positives correspondent à un mouvement ascendant de la lingotière et les vitesses négatives à un mouvement descendant. Lors de la coulée, le produit descend à une vitesse négative V_c considérée comme constante sur le diagramme.

La courbe (a) représente un cycle d'oscillation qui se déroule sur un temps total T_O .

Comme indiqué plus haut, le mouvement est réglé de façon que la vitesse de descente de la lingotière dépasse la vitesse de coulée pendant un temps T_{SN}

appelée "temps de strippage négatif". Pendant la partie restante du cycle, qui correspond au temps de retour TP de la lingotière, celle-ci se déplace vers le haut par rapport au produit coulé à la vitesse VC.

On peut ainsi distinguer sur le diagramme la partie AB correspondant au glissement négatif à une vitesse de descente V1 plus rapide que la vitesse de coulée, la partie BC correspondant à l'inversion de mouvement jusqu'à la vitesse de remontée V2 qui est maintenue pendant la partie CD et enfin la partie DE qui correspond à l'inversion du mouvement jusqu'à ce que la lingotière se retrouve à la vitesse du produit.

La durée TP de la partie BCDE correspond au "temps de retour" de la lingotière.

On peut donc baser, pour une installation donnée, la conduite de l'oscillation de la lingotière sur une loi de mouvement prenant en compte la fréquence et les variations de la vitesse de la lingotière qui, pour un temps de cycle donné TO, conditionnent les valeurs de TSN et TP ainsi que les fonctions de raccordement entre ces phases du cycle.

Auparavant, on cherchait à allonger autant que possible le temps de strippage négatif TSN, le temps de retour TP étant le plus court possible pour une durée de cycle TO donnée.

Lorsque l'on a augmenté la vitesse de coulée, on a constaté qu'il fallait réduire le rapport TSN/TP pour conserver des valeurs de frictions raisonnables.

Dans les systèmes actuels, on peut faire varier la fréquence des oscillations, c'est-à-dire la période TO, ainsi que la course de la lingotière, c'est-à-dire l'amplitude des oscillations mais, normalement, la répartition TSN/TP est fixée par le système de génération de mouvements.

L'invention permet au contraire de corriger en permanence la vitesse de déplacement déterminée par la loi de mouvement primaire en fonction des conditions de coulée à l'instant considéré, de façon à obtenir une loi de mouvement optimale. C'est ainsi que l'on peut, sans modifier la fréquence, adapter aux conditions de coulée la répartition des temps relatifs de montée et de descente de la lingotière par rapport au produit, comme l'indique la courbe (b), modifier les vitesses de la lingotière, comme l'indique la courbe (c). Mais on peut aussi modifier la fréquence, comme l'indique la courbe (d).

De façon plus particulièrement avantageuse, l'invention permet, en tenant compte des caractéristiques du système de génération de mouvements qui détermine la loi de mouvement primaire, d'ajouter à celle-ci une loi de mouvement additionnelle définie par un système auxiliaire de création de mouvements à partir d'un modèle ou de tables permettant de tenir compte, de façon interactive, de l'ensemble des conditions de coulée à l'instant considéré.

Dans les cas où le système de génération des mouvements alternatifs est constitué par un système à excentrique, comme dans les exemples représentés sur les Figures 1 à 5, ce système à excentrique coopère avec le dispositif de variation de vitesse à partir de con-

signes élaborées par un modèle ou des tables référencées MM, qui pilote le moteur 4 ou l'un des éléments de l'ensemble de transmission 5, comme cela est représenté schématiquement sur les Figures 8, 9 et 10.

Sur la Figure 8, on a représenté schématiquement la lingotière 1 entraînée par le moteur 4 au moyen d'un ensemble de transmission 5 de mouvements. Dans ce type de réalisation, un modèle ou des tables MM pilote directement le moteur 4, de manière à avoir les temps relatifs de montée et de descente de la lingotière adaptés exactement à la qualité du produit à obtenir.

Dans un autre mode de réalisation représenté sur la Figure 9, l'ensemble de transmission 5 de mouvements comporte un train épicycloïdal 61. Ce train épicycloïdal 61 est constitué par une couronne 62 qui engrène avec des satellites 64. Ces satellites 64 engrènent à leur tour avec un planétaire ou soleil 63. Les satellites 64 sont montés fous sur un porte-satellites 65. Le moteur principal 4 entraîne un pignon 66 qui engrène avec une couronne extérieure 67, solidaire de la couronne 62 du train épicycloïdal. Un moteur auxiliaire 60 entraîne le planétaire ou soleil 63, et le porte-satellites 65 est raccordé à la lingotière 1 par le système à excentrique. Dans ce type de réalisation, c'est le moteur auxiliaire 60 qui est piloté par le modèle ou les tables MM. Dans ce type de dispositif, on a ainsi le planétaire ou soleil 63 qui est régulé en vitesse, alors que la couronne 62 tourne à vitesse constante étant entraînée par le moteur principal 4, cet ensemble permet de faire varier la vitesse de sortie sur le porte-satellites 65 à la valeur exacte désirée. Une variante de l'invention peut se faire en pilotant le moteur principal 4 au moyen du modèle et/ou des tables MM, selon les vitesses à obtenir et les efforts mécaniques à fournir.

Une variante de ce dispositif représenté sur la Figure 9, est l'objet de la Figure 10. Dans cette réalisation, le planétaire ou soleil 63 est entraîné par un vérin hydraulique 68, qui est lui-même piloté par le modèle ou les tables MM, de manière à faire varier la vitesse de sortie sur le porte-satellites 65, afin d'obtenir les temps relatifs de montée et de descente de la lingotière, qui sont exigés pour obtenir la qualité du produit désiré.

Dans tous les types de réalisation où le système de génération des mouvements alternatifs de la lingotière est entraîné par un moteur 4, ce moteur principal 4 peut être un moteur hydraulique. De la même façon, dans les types de réalisation où il est utilisé un moteur auxiliaire 60, celui-ci peut être un moteur hydraulique.

La Figure 11 est un schéma d'un système de gestion selon l'invention permettant de gérer à tout instant la position de la lingotière 1, par le dispositif de commande, au moyen d'un modèle ou de tables MM, qui envoie ses consignes à un élément de correction de consignes CC. L'élément de correction de consignes CC reçoit en permanence la mesure de position MP de la lingotière 1 par l'intermédiaire d'un capteur de position CP, ainsi que les consignes ou informations ID se rapportant au produit et à la machine. L'élément de correction de consignes CC agit alors sur la commande

régulée SP du système mécanique ou hydraulique de positionnement de la lingotière, en envoyant à tout instant la consigne de position P.

De plus, selon l'invention, le système de gestion possède un ensemble de corrections manuelles CM, qui est connecté à la commande régulée SP du système mécanique ou hydraulique de positionnement de la lingotière I. Cet ensemble de corrections manuelles CM agit sur la commande régulée SP, de manière à avoir priorité sur les consignes de position P générées par l'élément de correction de consignes CC, que cet ensemble neutralise.

L'élément de corrections de consignes CC reçoit également des informations et/ou des consignes manuelles ICM, qui ont priorité sur les consignes ou informations ID, qu'elles neutralisent.

De façon avantageuse, le système comporte aussi un ensemble autoadaptateur SAD, qui reçoit en permanence la mesure de positions MP de la lingotière I et permet de prendre en compte ce qui a été effectivement réalisé pour modifier les valeurs des tables ou du modèle MM, de façon à élaborer de nouvelles consignes mieux adaptées aux conditions de coulée observées.

De plus, selon le procédé de gestion de l'invention, le système autoadaptateur SAD possède un système de validation V immédiate et automatique, qui peut être interrompu et différé à volonté.

Enfin, on peut prévoir une liaison dialogue D homme-machine, entre le système autoadaptateur SAD, et les tables ou le modèle MM, de façon à capter les informations nécessaires, et à envoyer les adaptations choisies sur les tables ou le modèle MM.

La Figure 12 montre schématiquement, à titre d'exemple, l'ensemble du système de commande des mouvements d'une lingotière 1 montée sur un support 2 dont les oscillations sont commandées par un actionneur du type décrit sur les Figures 1 à 4, par exemple un excentrique ou une came 10 entraîné par un générateur de mouvements 4 tel qu'un moteur électrique. Ce dernier peut être entraîné à une vitesse constante qui détermine la fréquence des oscillations dont l'amplitude dépend des caractéristiques du système mécanique de transmission.

Le moteur 4 définit ainsi une loi de mouvement primaire sinusoïdale ou en dents de scie, comme on l'a indiqué sur la Figure 6.

Selon l'invention, la vitesse de rotation du moteur 4 déterminée par la loi de mouvement primaire est corrigée, sans modification des réglages initiaux, par un système automatique de gestion comprenant un calculateur 7 des paramètres de la loi de mouvement finale que doit suivre la lingotière en fonction des conditions de coulée.

Ces conditions sont définies par des tables 71 prenant en compte, notamment, les caractéristiques relatives au produit coulé (nuance d'acier, format du produit, la course de la lingotière, les caractéristiques relatives à la coulée en cours (vitesse de coulée, poudre de cou-

verture, production, etc....) en régime établi et en régime transitoire.

Une commande 72 permet d'afficher sur le calculateur 7 les paramètres correspondant au choix du mode de marche en tenant compte de l'état de la loi de mouvement du moteur 4 affiché par un système de contrôle 73, 74.

A partir des paramètres essentiels déterminés par le calculateur 7, notamment la fréquence et le rapport TSN/TP, un générateur de fonction 75 élabore les consignes correspondant à la loi de mouvement que doit respecter la lingotière à l'instant considéré et qui sont affichées sur l'alimentation 76 du moteur 4 pour corriger la vitesse de celui-ci.

Un système 77 de contrôle du comportement de la lingotière permet de mesurer à chaque instant les caractéristiques de la coulée telles que la vitesse de coulée, la fréquence, la course, le niveau de métal, la consommation de poudre, la friction, etc... .

L'ensemble des informations est collecté par un système de traitement 78 et un enregistreur 79 permet de vérifier l'ensemble du fonctionnement et, notamment, les anomalies.

Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières, et n'en limitent aucunement la portée.

Revendications

1. Dispositif de commande des oscillations d'une lingotière dans une machine de coulée continue de métal comportant une lingotière (1) montée sur un support (2), des moyens (3) de maintien de la lingotière (1) sur une trajectoire sensiblement verticale et un système de génération d'un mouvement alternatif d'oscillation de la lingotière (1) suivant ladite trajectoire, comprenant un actionneur (5), un organe (4) de commande d'un mouvement périodique de l'actionneur selon une loi de mouvement et des moyens (10, 20) de transformation du mouvement périodique de l'actionneur (5) en un mouvement de va-et-vient de la lingotière (1), la loi de mouvement de l'actionneur (5) étant fixée de façon à déterminer les valeurs d'au moins certains paramètres du mouvement de la lingotière (1) tels que l'amplitude des oscillations, leur fréquence et la variation des vitesses de déplacement de la lingotière (1) vers le haut et vers le bas au cours de chaque cycle, caractérisé en ce que, l'actionneur (5) et son organe de commande (4) étant réglés pour une loi de vitesse primaire fixée à l'avance, le dispositif comprend un moyen (CC) (75) de correction instantanée de la vitesse de déplacement de la lingotière (1) déterminée par ladite loi de mouvement primaire de telle sorte que l'oscillation de la lingotière (1) au cours de chaque cycle suive une loi de mouvement optimale adaptée à chaque instant aux

conditions de coulée.

2. Dispositif de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de variation de vitesse est un système (60) (75) de création de mouvement selon une loi additionnelle qui ajoute son action au mouvement déterminé par l'organe de commande (4) de telle sorte que la loi de mouvement résultant de la conjonction de la loi additionnelle avec la loi primaire soit adaptée de façon optimale aux conditions de coulée à chaque instant.
3. Dispositif de commande selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'actionneur (10, 20) des mouvements de lingotière étant entraîné en rotation par un moteur (4) par l'intermédiaire d'un ensemble de transmission (5), le moyen de variation de vitesse pilote le moteur (4) ou l'un des éléments de l'ensemble de transmission (5) à partir d'un modèle mathématique ou de tables définissant une loi de mouvement additionnelle.
4. Dispositif de commande selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'ensemble de transmission (5) de mouvements comporte un train épicycloïdal (61), dont la couronne (62) est entraînée par le moteur principal (4), et dont le mouvement est recueilli sur le porte-satellite (65) pour entraîner le système à excentrique, le planétaire (63) étant entraîné par un moteur auxiliaire (60) piloté par le modèle ou les tables (MM).
5. Dispositif de commande selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moteur principal (4) et/ou le moteur auxiliaire (60) est un moteur hydraulique.
6. Dispositif de commande selon la revendication 3, caractérisé en ce que le planétaire (63) est entraîné par un vérin hydraulique (68) piloté par le modèle ou les tables (MM).
7. Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le système à excentrique est constitué par au moins un groupe de deux excentriques (10) disposés entre le support (2) de lingotière (I) et le bâti (3) de l'ensemble, les deux excentriques (10) étant entraînés par le même arbre d'entraînement (11), qui est relié au moteur (4) par l'ensemble de transmission (5) de mouvements.
8. Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le système à excentrique est constitué par au moins un groupe de deux excentriques (20) disposé entre le support de lingotière (I) et le bâti (3) de l'ensemble, l'un des deux excentriques (20) étant entraîné par le moteur (4) avec l'ensemble de transmission (5) de mouvements, l'autre excentrique (20) étant entraîné par le premier excentrique (20) au moyen d'une bielle d'accouplement (21).
9. Dispositif de commande selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le système à excentrique est constitué par au moins un excentrique (30) disposé entre le support de lingotière (I) et le bâti (3) de l'ensemble, le support de lingotière (I) étant porté par des leviers (31) s'articulant sur un support (32) fixé sur le bâti (3) de l'ensemble, l'excentrique (30) étant entraîné par le moteur (4) avec son ensemble de transmission (5) de mouvements.
10. Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le système à excentrique est constitué par au moins un excentrique (40) disposé entre le support de lingotière (I) et le bâti (3) de l'ensemble, le support de lingotière (I) étant porté par des leviers (41) s'articulant sur un support (42) fixé au bâti (3), l'excentrique (40) étant raccordé au bras de commande (43) d'un des leviers (41) et étant entraîné par le moteur (4) avec son ensemble de transmission (5) de mouvements, le bras de commande (13) étant situé de l'autre côté dudit levier (41) par rapport à son articulation (44) sur le support (42) fixé au bâti (3).
11. Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que le système à excentrique est constitué par au moins un excentrique (50) disposé entre le support (2) de lingotière (I) et le bâti (3) de l'ensemble, le support (2) de lingotière (I) étant porté par des leviers (51) s'articulant sur un support (52) fixé au bâti (3) de l'ensemble, ledit support (52) étant en deux parties, une partie (53) fixée sur le bâti (3), et une partie mobile (54) s'articulant par rapport à la partie fixe (53) au moyen d'un vérin de manoeuvre (55), les leviers (51) s'articulant sur la partie mobile (54), l'excentrique (50) étant disposé entre le bras de commande (56) de l'un des leviers (51), et une embase fixée sur le bâti (3), le bras de commande (52) étant disposé de l'autre côté dudit levier (51) par rapport à son articulation (57) sur la partie mobile (54) du support (52), l'excentrique (50) étant entraîné par le moteur (4) avec son ensemble de transmission (5) de mouvements.
12. Dispositif de commande selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le système de génération de mouvements alternatifs comprend au moins un actionneur hydraulique (4) associé à des moyens d'alimentation (76) déterminant un mouvement alternatif de l'actionneur (4) selon une loi périodique et que le moyen (75) de variation de vitesse pilote l'alimentation (76) de l'actionneur hydraulique à partir d'une loi additionnelle détermi-

née par un modèle (MM) (7) ou des tables (71) de façon à adapter la loi périodique de l'actionneur (4) aux conditions de coulée à chaque instant.

13. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il fonctionne en automatique et comprend des moyens (CM) de reprise temporaire en commande manuelle et des moyens (V) de validation définitive des corrections apportées manuellement. 5 10
14. Dispositif de commande selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il fonctionne en boucle fermée et comprend des moyens (SAD) d'autocontrôle à partir de mesures faites in situ. 15
15. Dispositif de commande selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comprend un modèle ou des tables (MM) pour l'élaboration de consignes correspondant aux conditions de coulée pour l'obtention d'une qualité optimale, un capteur de position (CP) élaborant un signal de mesure (MP) de la position de la lingotière à chaque instant, un élément de correction de consignes (CC) recevant, sur ses différentes entrées, les consignes élaborées par le modèle (MM), la mesure de position (MP) et des consignes ou informations (ID) se rapportant au produit et à l'ensemble de la machine, et un organe de commande régulée (SP) du moyen de variation de vitesse à partir d'une consigne de position (P) élaborée à chaque instant par l'élément de correction de consigne (CC). 20 25 30
16. Procédé de gestion d'un dispositif de commande selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'élément de corrections de consignes (CC) reçoit des informations et/ou des consignes manuelles (CM), qui ont priorité sur les consignes ou informations (ID), qu'elles neutralisent. 35 40
17. Procédé de gestion selon la revendications 16, caractérisé en ce qu'un ensemble de corrections manuelles (CM) est connecté à la commande régulée (SP) de manière à agir sur ladite commande régulée (SP), en ayant priorité sur les consignes de position (P) générées par l'élément de correction de consignes (CC), que cet ensemble neutralise. 45
18. Procédé de gestion selon la revendication 17, caractérisé en ce que les tables ou le modèle (MM) sont eux-mêmes gérés par un système auto-adaptateur (SAD), qui reçoit en permanence la mesure de position (MP) de la lingotière, de manière à prendre en compte ce qui a été effectivement réalisé, et d'adapter les valeurs des tables ou du modèle (MM) en lui ou leur envoyant de nouvelles consignes. 50 55

19. Procédé de gestion selon la revendication 18, caractérisé en ce que le système auto-adaptateur (SAD) possède un système de validation (V) immédiate automatique, qui peut être interrompu et différé à volonté par l'opérateur.

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 18 et 19, caractérisé en ce qu'il organise une liaison de dialogue (D) entre l'homme et la machine, c'est-à-dire qui réalise une liaison entre le système auto-adaptateur (SAD) et les tables ou le modèle (MM), de façon à capter les informations nécessaires, et à envoyer les adaptations choisies sur les tables ou le modèle (MM).

21. Procédé de commande des oscillations d'une lingotière dans une machine de coulée continue de métal comportant une lingotière (1) montée sur un support (2), des moyens de maintien de la lingotière (1) sur une trajectoire sensiblement verticale et un système de génération d'un mouvement alternatif d'oscillation de la lingotière suivant ladite trajectoire, comprenant un actionneur (5), un organe (4) de commande d'un mouvement périodique de l'actionneur selon une loi de mouvement et des moyens (10, 20) de transformation du mouvement périodique de l'actionneur (5) en un mouvement de va et vient de la lingotière (1), la loi de mouvement de l'actionneur étant fixée de façon à déterminer les valeurs d'au moins certains paramètres du mouvement de la lingotière (1) tels que l'amplitude des oscillations, leur fréquence et la variation des vitesses de déplacement de la lingotière vers le haut et vers le bas au cours de chaque cycle,

caractérisé en ce que, l'actionneur (5) et son organe de commande (4) étant réglés pour une loi de vitesse primaire fixée à l'avance, on corrige en permanence la vitesse instantanée de déplacement (V) de la lingotière (1) en fonction des conditions de coulée à l'instant considéré de chaque cycle de façon à définir, à chaque instant, une loi de mouvement optimale de la lingotière (1) dans laquelle les temps relatifs de montée (TP) et de descente (TSN) de la lingotière (1) par rapport au produit sont adaptés à la qualité du produit à obtenir.

22. Procédé de commande selon la revendication 21, caractérisé en ce qu'on ajoute à la loi de mouvement primaire déterminée par l'organe de commande (4), une loi de mouvement additionnelle définie par un système de création de mouvement à partir d'un modèle ou de tables (MM) en tenant compte des conditions de coulée à l'instant considéré.

23. Procédé de commande selon l'une des revendications 21 et 22, caractérisé en ce que l'on fait évoluer la loi additionnelle au cours de la coulée pour corri-

ger l'effet d'au moins l'un des paramètres susceptibles de modifier la qualité de surface du produit coulé, de façon à obtenir une qualité optimale.

Claims

1. Device for controlling the oscillations of an ingot mold in a continuous metal casting machine comprising an ingot mold (1) mounted on a support (2), means (3) for maintaining the ingot mold (1) on a substantially vertical trajectory and a system for generating an oscillatory alternate motion of the ingot mold (1) along said trajectory, comprising an actuator (5), a member (4) for controlling a periodic motion of the actuator according to a motion law and means (10, 20) for transforming the periodic motion of the actuator (5) into a to-and-fro motion of the ingot mold (1), the motion law of the actuator (5) being fixed so as to determine the values of at least some of the motion parameters of the ingot mold (1) such as amplitude of oscillations, their frequency and the variation in the upward and downward speeds of displacement of the ingot mold (1) during each cycle,

characterized in that the actuator (5) and its control member (4) being adjusted for a preset primary speed law, the device comprises a means (CC) (75) for instantaneously correcting the displacement speed of the ingot mold (1) determined by said primary motion law in such a way that the oscillation of the ingot mold (1) during each cycle follows an optimum motion law adapted, at each moment, to the casting conditions.

2. Control device according to claim 1, characterized in that the speed varying means is a system (60) (75) for creating motion according to an additional law which adds its action to the motion determined by the control member (4) in such a way that the motion law resulting from the conjunction of the additional law with the primary law is adapted in an optimum way, at each moment, to the casting conditions.

3. Control device according to one of claims 1 and 2, characterized in that the actuator (10, 20) of the motions of the ingot mold being driven in rotation by a motor (4) via a transmission system (5); the speed variation means pilots the motor (4) or one of the elements of the transmission system (5) from a mathematical model or tables defining an additional motion law.

4. Control device according to claim 2, characterized in that the transmission system (5) of the motions comprises an epicyclic train (61), the crown (62) of which is driven by the main motor (4), and whose motion is collected on the satellite carrier (65) to drive the eccentric system, the planet wheel (63)

being driven by an auxiliary motor (60) piloted by the model or tables (MM).

5. Control device according to claim 3, characterized in that the main motor (4) and/or the auxiliary motor (60) is a hydraulic motor.

6. Control device according to claim 3, characterized in that the planet wheel (63) is driven by a hydraulic jack (68) piloted by the model or tables (MM).

7. Control device according to any one of claims 2 to 5, characterized in that the eccentric system is made up of at least one group of two eccentrics (10) arranged between the support (2) of the ingot mold (1) and the frame (3) of the overall assembly, the two eccentrics (10) being driven by the same drive shaft (11), which is connected to the motor (4) via the motion transmission system (5).

8. Control device according to any one of claims 2 to 5, characterized in that the eccentric system is made up of at least one group of two eccentrics (20) arranged between the ingot mold (1) support and the frame (3) of the overall assembly, one of the two eccentrics (20) being driven by the motor (4) with the motion transmission system (5), the other eccentric (20) being driven by the first eccentric (20) by means of a coupling rod (21).

9. Control device according to one of claims 2 to 5, characterized in that the eccentric system is made up of at least one eccentric (30) arranged between the ingot mold (1) support and the frame (3) of the overall assembly, the ingot mold (1) support being supported by levers (31) articulating on a support (32) fixed onto the frame (3) of the overall assembly, the eccentric (30) being driven by the motor (4) with its motion transmission system (5).

10. Control device according to any one of claims 2 to 5, characterized in that the eccentric system is made up of at least one eccentric (40) arranged between the ingot mold (1) support and the frame (3) of the overall assembly, the ingot mold (1) support being supported by levers (41) articulating on a support (42) fixed onto the frame (3), the eccentric (40) being connected to the control arm (43) of one of the levers (41) and being driven by the motor (4) with its motion transmission system (5), the control arm (43) being situated on the other side of said lever (41) in relation to its articulation (44) on the support (42) fixed to the frame (3).

11. Control device according to any one of claims 2 to 5, characterized in that the eccentric system is made up of at least one eccentric (50) arranged between the support (2) of the ingot mold (1) and the frame (3) of the overall assembly, the support

- (2) of the ingot mold (1) being supported by levers (51) articulating on a support (52) fixed onto the frame (3) of the overall assembly, said support (52) being in two parts, one part (53) fixed onto the frame (3), and one mobile part (54) articulating in relation to the fixed part (53) by means of a control jack (55), the levers (51) articulating on the mobile part (54), the eccentric (50) being arranged between the control arm (56) of one of the levers (51), and a base fixed onto the frame (3), the control arm (52) being arranged on the other side of said lever (51) in relation to its articulation (57) on the mobile part (54) of the support (52), the eccentric (50) being driven by motor (4) with its motion transmission system (5).
12. Control device according to one of claims 1 and 2, characterized in that the alternate motion generating system comprises at least one hydraulic actuator (4) associated with supply means (76) determining an alternate motion of the actuator (4) according to a periodic law, and in that the means (75) for varying speed pilots the supply (76) of the hydraulic actuator from an additional law determined by a model (MM) (7) or tables (71) in such a way as to adapt the periodic law of the actuator (4) to the casting conditions at each moment.
13. Control device according to one of the preceding claims, characterized in that it can function automatically and comprises means (CM) for temporarily reassuming manual control and means (V) for definitively validating manually made corrections.
14. Control device according to one of the preceding claims, characterized in that it operates in closed-loop mode and comprises means (SAD) for self-checking using measurements taken in situ.
15. Control device according to claim 14, characterized in that it comprises a model or tables (MM) for generating reference values corresponding to the casting conditions in order to obtain optimum quality, a position sensor (CP) generating a measurement signal (MP) of the position of the ingot mold at each moment, a reference value correction element (CC) receiving, on its different inputs, the reference values generated by the model (MM), the position measurement (MP) and reference values or information (ID) relating to the product and to the overall assembly of the machine, and a member (SP) providing regulated control of the speed variation means from a position reference value (P) generated at each moment by the reference value correction element (CC).
16. Management method of a control device according to claim 15, characterized in that the reference value correction element (CC) receives information and/or manual reference values (CM) which have priority over the reference values or information (ID), which they inhibit.
17. Management method according to claim 16, characterized in that a manual correction assembly (CM) is connected to the regulated control (SP) in a manner so as to act on said regulated control (SP), by having priority over the position reference values (P) generated by the reference value correction element (CC), which this assembly inhibits.
18. Management method according to claim 17, characterized in that the tables or the model (MM) are themselves managed by a self-adapting system (SAD), which permanently receives the position measurement (MP) of the ingot mold, in such a way as to take into account what was actually carried out, and to adapt the values of the tables or model (MM) by sending them/it new reference values.
19. Management method according to claim 18, characterized in that the self-adapting system (SAD) comprises an automatic immediate validation system (V), which can be interrupted and deferred by the operator as and when required.
20. Method according to any one of claims 18 and 19, characterized in that it organizes a dialog link (D) between man and machine, i.e. it sets up a link between the self-adapting system (SAD) and the tables or model (MM), so as to capture the information required, and to send the chosen adaptations to the tables or model (MM).
21. Method for controlling the oscillations of an ingot mold in a continuous metal casting machine comprising an ingot mold (1) mounted on a support (2), means for maintaining the ingot mold (1) on a substantially vertical trajectory and a system for generating an oscillatory alternate motion of the ingot mold along said trajectory, comprising an actuator (5), a member (4) for controlling periodic motion of the actuator according to a motion law and means (10, 20) for transforming the periodic motion of the actuator (5) into a to-and-fro motion of the ingot mold (1), the motion law of the actuator being fixed so as to determine the values of at least some of the motion parameters of the ingot mold (1) such as amplitude of oscillations, their frequency and variation of upward and downward speeds of displacement of the ingot mold during each cycle, characterized in that, the actuator (5) and its control member (4) being adjusted by a preset primary speed law, the instantaneous displacement speed (V) of the ingot mold (1) is permanently corrected according to the casting conditions at the considered moment of each cycle so as to define, at each moment, an optimum motion law of the

ingot mold (1) in which the relative upward (TP) and fall times (TSN) of the ingot mold (1) in relation to the product are adapted to the quality of the product to be obtained.

22. Control method according to claim 21, characterized in that an additional motion law defined by a system for creating motion from a model or tables (MM) taking account of casting conditions at the considered moment is added to the primary motion law determined by the control member (4).
23. Control method according to one of claims 21 and 22, characterized in that the additional law is made to evolve during casting to correct the effect of at least one of the parameters liable to modify the surface quality of the cast product, in such a way as to obtain optimum quality.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung der Schwingungen einer Kokille in einer Metall-Stranggiessanlage, bestehend aus einer auf einer Abstützung (2) montierten Kokille (1), Haltemittel (3) der Kokille (1) in einer im wesentlichen senkrechten Bahn und einem System zur Erzeugung einer abwechselnden Schwingungsbewegung der Kokille (1) gemäss dieser Bahn, das eine Betätigungsvorrichtung (5), ein Glied (4) zur Steuerung einer periodischen Bewegung der Betätigungsvorrichtung gemäss einem Bewegungsgesetz und Mittel (10, 20) zur Umwandlung der periodischen Bewegung der Betätigungsvorrichtung (5) in eine Hin- und Herbewegung der Kokille (1) aufweist, wobei das Bewegungsgesetz der Betätigungsvorrichtung (5) so festgelegt ist, dass die Werte mindestens einiger Bewegungsparameter der Kokille (1), wie die Schwingungsamplitude, die Frequenz und die Schwankung der Bewegungsgeschwindigkeiten der Kokille (1) nach oben bzw. nach unten in jedem Zyklus bestimmt werden, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Einstellung der Betätigungsvorrichtung (5) und dessen Steuerglied (4) für ein vorab festgesetztes Primärgeschwindigkeitsgesetz, die Vorrichtung ein Instantkorrekturmittel (CC) (75) der durch dieses primäre Bewegungsgesetz bestimmte Bewegungsgeschwindigkeit der Kokille (1) umfasst, sodass die Schwingung der Kokille (1) in jedem Zyklus gemäss einem optimalen den Giessbedingungen zu jedem Zeitpunkt angepassten Bewegungsgesetz erfolgt.
2. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Geschwindigkeitsänderung ein System (60) (75) zur Erzeugung einer Bewegung gemäss einem Zusatzgesetz ist, dessen Wirkung der durch das Steuerglied (4) bestimmte Bewegung hinzugefügt wird, sodass das aus der Konjunktion des Zusatzgesetzes mit dem

Primärgesetz resultierende Bewegungsgesetz den Giessbedingungen zu jedem Zeitpunkt optimal angepasst wird.

3. Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Betätigungsvorrichtung (10, 20) der Kokillenbewegungen über einen Motor (4) mittels einer Übertragungseinrichtung (5) drehbeweglich angetrieben wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Geschwindigkeitsänderung den Motor (4) oder ein Element der Übertragungseinrichtung (5) anhand eines mathematischen ein zusätzliches Bewegungsgesetz definierenden Modells oder Tabellen steuert.
4. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungseinrichtung (5) der Bewegungen ein Umlaufgetriebe (61) umfasst, dessen Zahnkranz (62) über den Hauptmotor (4) angetrieben und dessen Bewegung durch den Planetenradträger (65) zum Antrieb des Exzentermechanismus aufgenommen wird, wobei der Antrieb des Planetenrades (63) über den durch das Modell oder die Tabellen (MM) gesteuerten Hilfsmotor (60) erfolgt.
5. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptmotor (4) bzw. der Hilfsmotor (60) ein Hydraulikmotor ist.
6. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetenrad (63) über ein durch das Modell oder die Tabellen (MM) gesteuertes Hydraulikzylinder (68) angetrieben wird.
7. Steuerungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Exzentermechanismus aus mindestens einer Gruppe mit zwei Exzentern (10) besteht, die zwischen der Abstützung (2) der Kokille (1) und dem Gestell (3) der Anordnung montiert sind, wobei der Antrieb der beiden Exzenter (10) über dieselbe Antriebswelle (11) erfolgt, welche über die Übertragungseinrichtung der Bewegungen mit dem Motor (4) verbunden ist.
8. Steuerungsvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Exzentermechanismus aus mindestens einer Gruppe mit zwei Exzentern (20) besteht, die zwischen der Abstützung der Kokille (1) und dem Gestell (3) der Anordnung montiert ist, wobei einer der beiden Exzenter (20) über den Motor (4) mit der Übertragungseinrichtung (5) der Bewegungen und der andere Exzenter (20) durch den ersten Exzenter (20) über ein Kupplungsschwingarm (21) angetrieben wird.

9. Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Exzenter-
system aus mindestens einem zwischen der
Abstützung der Kokille (1) und dem Gestell (3) der
Anordnung montierten Exzenter (30) besteht, 5
wobei die Abstützung der Kokille (1) über an einer
an dem Gestell (3) der Anordnung befestigte
Abstützung (32) angelenkte Traghebel (31) abge-
stützt ist, und der Antrieb des Exzenter (30) über
den Motor (4) mit der Übertragungseinrichtung (5) 10
der Bewegungen erfolgt.
10. Steuerungsvorrichtung nach irgendeinem der
Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
das Exzenter-System aus mindestens einem zwi- 15
schen der Abstützung der Kokille (1) und dem
Gestell (3) der Anordnung montierten Exzenter (40)
besteht, wobei die Abstützung der Kokille (1) über
an einer an dem Gestell (3) befestigte Abstützung
(42) angelenkte Traghebel (41) montiert ist, und der 20
Exzenter (40) an dem Steuerarm (43) eines der
Traghebel (41) angeschlossen ist und über den
Motor (4) mit der Übertragungseinrichtung (5) der
Bewegungen angetrieben wird, und wobei sich der
Steuerarm (43) in bezug auf seine Anlenkung (44) 25
an der am Gestell (3) befestigten Abstützung (42)
auf der gegenüberliegenden Seite dieses Traghe-
bels (41) befindet.
11. Steuerungsvorrichtung nach irgendeinem der
Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
das Exzenter-System aus mindestens einem zwi- 30
schen der Abstützung (2) der Kokille (1) und dem
Gestell (3) der Anordnung montierten Exzenter (50)
besteht, wobei die Abstützung (2) der Kokille (1) 35
über an einer an dem Gestell (3) der Anordnung
befestigten Abstützung (52) angelenkte Traghebel
(51) montiert ist, und wobei diese Abstützung (52)
zweiteilig ist, mit einem an dem Gestell (3) befestig- 40
ten Teil (53) und einem beweglichen Teil (54), das
zum feststehenden Teil (53) über ein Betätigungs-
zylinder angelenkt ist, wobei die Traghebel (51) an
dem beweglichen Teil (54) angelenkt sind, wobei
der Exzenter (50) zwischen dem Steuerarm (56) 45
von einem der Traghebel (51) und einer an dem
Gestell (3) befestigten Fussplatte montiert ist,
wobei der Steuerarm (52) zu seinem Gelenk (57)
an dem beweglichen Teil (54) der Abstützung (52)
auf der anderen Seite dieses Traghebels (51) ange- 50
ordnet ist, wobei der Exzenter (50) über den Motor
(4) mit der Übertragungseinrichtung (5) der Bewe-
gungen angetrieben wird.
12. Steuerungsvorrichtung nach einem der Ansprüche
1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das 55
System zur Erzeugung der Wechselbewegungen
mindestens eine hydraulische Betätigungsvorrich-
tung (4) aufweist, dem Versorgungsmittel (76) zur
Bestimmung einer Wechselbewegung der Betäti-
gungsvorrichtung (4) gemäss einem periodischen
Gesetz zugeordnet sind, und dass das Mittel (75)
der Geschwindigkeitsänderung die Versorgung
(76) der hydraulischen Betätigungsvorrichtung
anhand von einem durch ein Modell (MM) (7) oder
Tabellen (71) bestimmten Zusatzgesetz steuert,
sodass das periodische Gesetz der Betätigungs-
vorrichtung (4) den momentanen Giessbedingun-
gen angepasst wird.
13. Steuerungsvorrichtung nach einem der vorange-
henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
sie automatisch betrieben wird und Mittel (CM) zur
vorübergehenden Übernahme der Handsteuerung
und Mittel (V) zur endgültigen Bestätigung der von
Hand durchgeführten Korrekturen umfasst.
14. Steuerungsvorrichtung nach einem der vorange-
henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
sie in einer geschlossenen Schleife betrieben wird
und Mittel (SAD) zur Selbstüberwachung anhand
von in situ durchgeführten Messungen aufweist.
15. Steuerungsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch
gekennzeichnet, dass sie ein Modell oder Tabellen
(MM) zur Ausarbeitung von Sollwerten entspre-
chend den Giessbedingungen zwecks Erzielung
einer optimale Qualität, ein Stellungsgeber (CP),
der ein Messignal (MP) der momentanen Kokillen-
lage erarbeitet, ein Sollwert-Korrekturglied (CC),
dem an seinen verschiedenen Eingängen die von
dem Modell (MM) erarbeiteten Sollwerte, die Lage-
messung (MP) und das Erzeugnis und die die
gesamte Maschine betreffenden Sollwerte oder
Informationen (ID) zugeführt werden, und ein gere-
geltes Steuerungsglied (SP) des Mittels zur
Geschwindigkeitsänderung anhand eines durch
das Sollwert-Korrekturglied (CC) zu jedem Zeit-
punkt ausgearbeiteten Stellungssollwertes (P) auf-
weist.
16. Verfahren zur Leitung einer Steuerungsvorrichtung
nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass
dem Sollwert-Korrekturglied (CC) Informationen
bzw. manuelle Sollwerte (CM) zugeführt werden,
die über die Sollwerte oder Informationen (ID) Prio-
rität haben und letztere neutralisieren.
17. Leitungsverfahren nach Anspruch 16, dadurch
gekennzeichnet, dass eine Einheit für manuelle
Korrekturen (CM) an die Regelsteuerung (SP) der-
art angeschlossen ist, dass sie auf diese Regel-
steuerung (SP) einwirkt mit einer Priorität über die
durch das Sollwert-Korrekturglied (CC) erzeugten
Stellungssollwerte (P), welche durch diese Einheit
neutralisiert werden.
18. Leitungsverfahren nach Anspruch 17, dadurch
gekennzeichnet, dass die Tabellen oder das Modell

(MM) durch ein Selbstadaptersystem (SAD) verwaltet werden, dem zur Berücksichtigung des effektiv Realisierten und zur Anpassung der Werte der Tabellen oder des Modells (MM) unter Zuführung neuer Sollwerte an letztere die gemessene Lage (MP) der Kokille dauernd zugeführt wird. 5

19. Leitungsverfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Selbstadaptersystem (SAD) ein automatisches Sofortvalidierungssystem (V) umfasst, das vom Bediener beliebig unterbrochen bzw. aufgeschoben werden kann. 10

20. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 18 und 19, dadurch gekennzeichnet, dass es eine Dialogverbindung (D) zwischen Mensch und Maschine organisiert, d.h. dass eine Verbindung zwischen dem Selbstadaptersystem (SAD) und den Tabellen oder dem Modell (MM) aufgebaut wird, sodass die notwendigen Informationen erfasst und die ausgewählten Anpassungen den Tabellen oder dem Modell (MM) zugeführt werden. 15 20

21. Verfahren zur Steuerung der Schwingungen einer Kokille in einer Metall-Stranggiessanlage, bestehend aus einer auf einer Abstützung (2) montierten Kokille (1), Haltemittel der Kokille (1) in einer im wesentlichen senkrechten Bahn und einem System zur Erzeugung einer abwechselnden Schwingungsbewegung der Kokille gemäss dieser Bahn, das eine Betätigungsvorrichtung (5), ein Glied (4) zur Steuerung einer periodischen Bewegung der Steuerungsvorrichtung gemäss einem Bewegungsgesetz und Mittel (10, 20) zur Umwandlung der periodischen Bewegung der Steuerungsvorrichtung (5) in eine Hin- und Herbewegung der Kokille (1) aufweist, wobei das Bewegungsgesetz des Gerätes so festgelegt ist, dass die Werte mindestens einiger Bewegungsparameter der Kokille (1) wie die Schwingungsamplitude, die Frequenz und die Änderung der Bewegungsgeschwindigkeiten der Kokille nach oben bzw. nach unten in dem jeweiligen Zyklus bestimmt wird, wobei die Steuerungsvorrichtung (5) und deren Steuerglied (4) für ein vorab festgelegtes primäres Geschwindigkeitsgesetz eingestellt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die momentane Bewegungsgeschwindigkeit (V) der Kokille (1) entsprechend den Giessbedingungen zu dem betreffenden Zeitpunkt des jeweiligen Zyklus dauernd so korrigiert werden, dass ein optimales Bewegungsgesetz der Kokille zu dem Zeitpunkt festgelegt wird, in dem die relativen Aufstieg- (TP) und Absenkzeiten (TSN) der Kokille (1) in bezug auf das Erzeugnis entsprechend der zu erzielenden Produktqualität angepasst werden. 25 30 35 40 45 50 55

22. Steuerungsverfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass dem durch das Steuerglied (4) bestimmte primäre Bewegungsgesetz ein

anhand eines Modells oder Tabellen (MM) durch ein System zur Bewegungserzeugung definiertes zusätzliches Bewegungsgesetz unter Berücksichtigung der zu dem betreffenden Zeitpunkt geltenden Giessbedingungen hinzugefügt wird.

23. Steuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 21 und 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Zusatzgesetz im Giessvorgang zur Korrektur der Wirkung mindestens einer der Parameter weiterentwickelt wird, welche die Oberflächenqualität des Giessproduktes zur Erzielung einer optimalen Qualität ändern können.

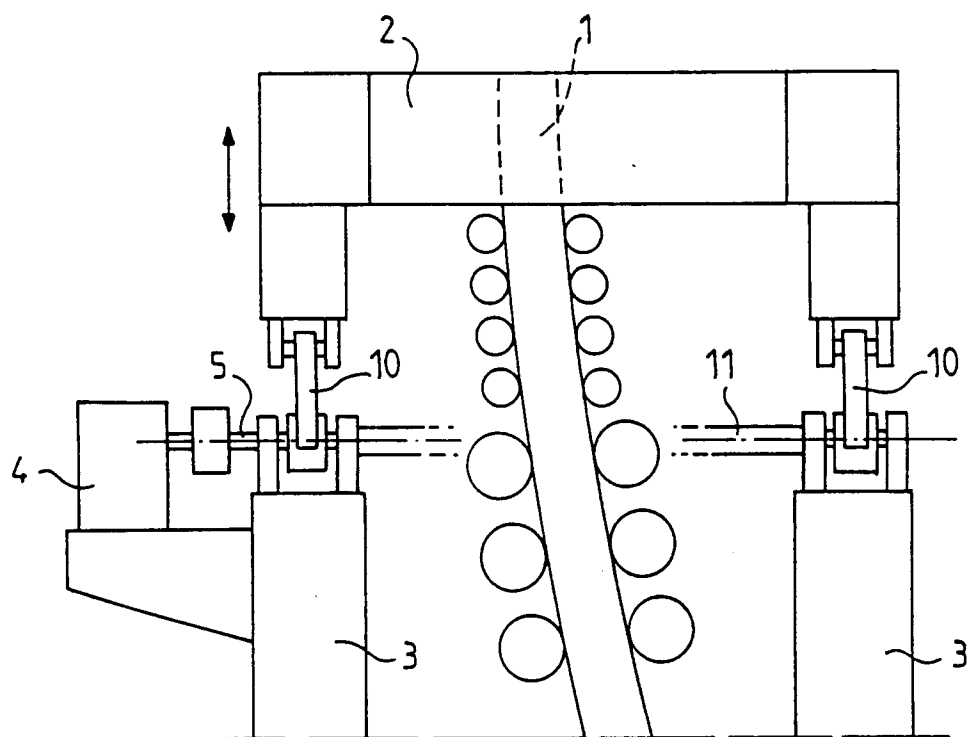


FIG. 1

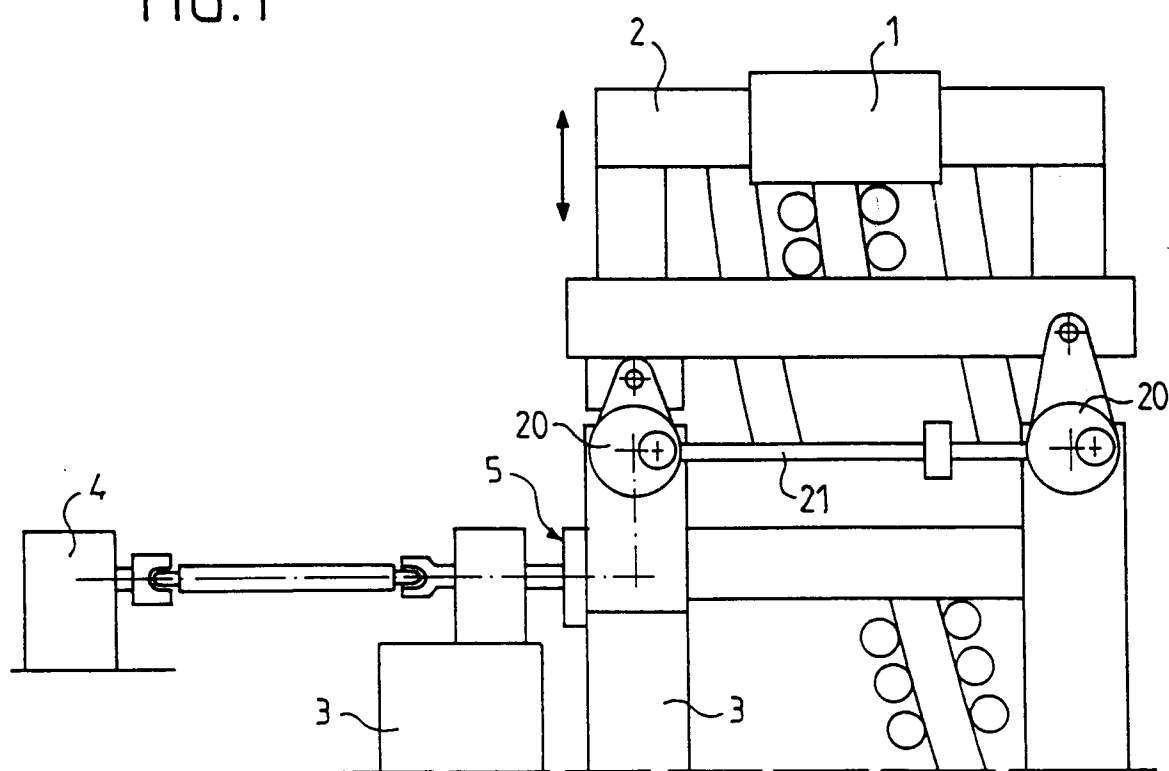


FIG. 2

FIG. 3

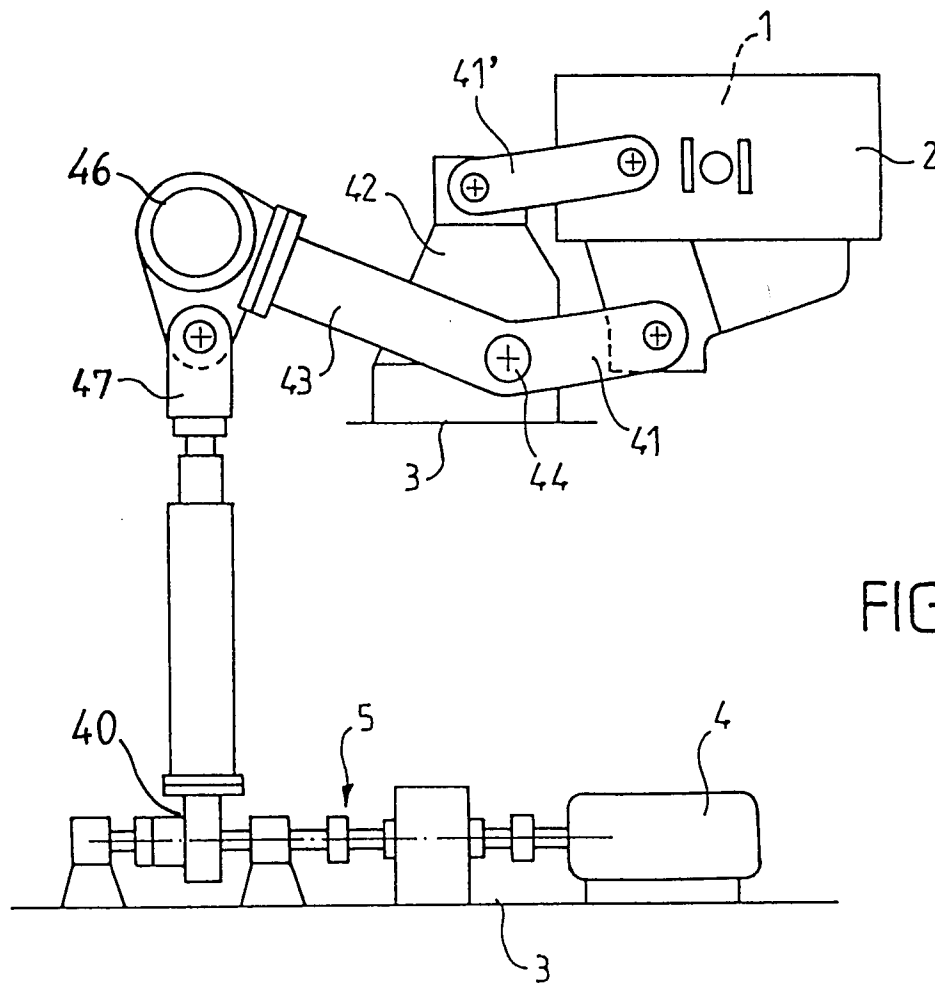
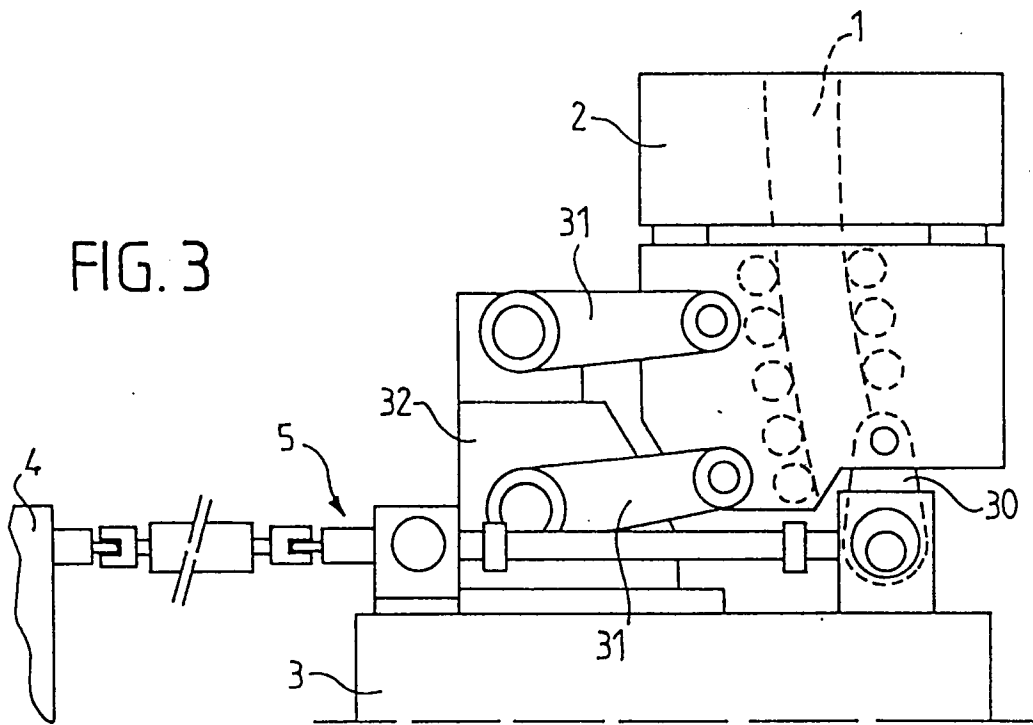


FIG. 4

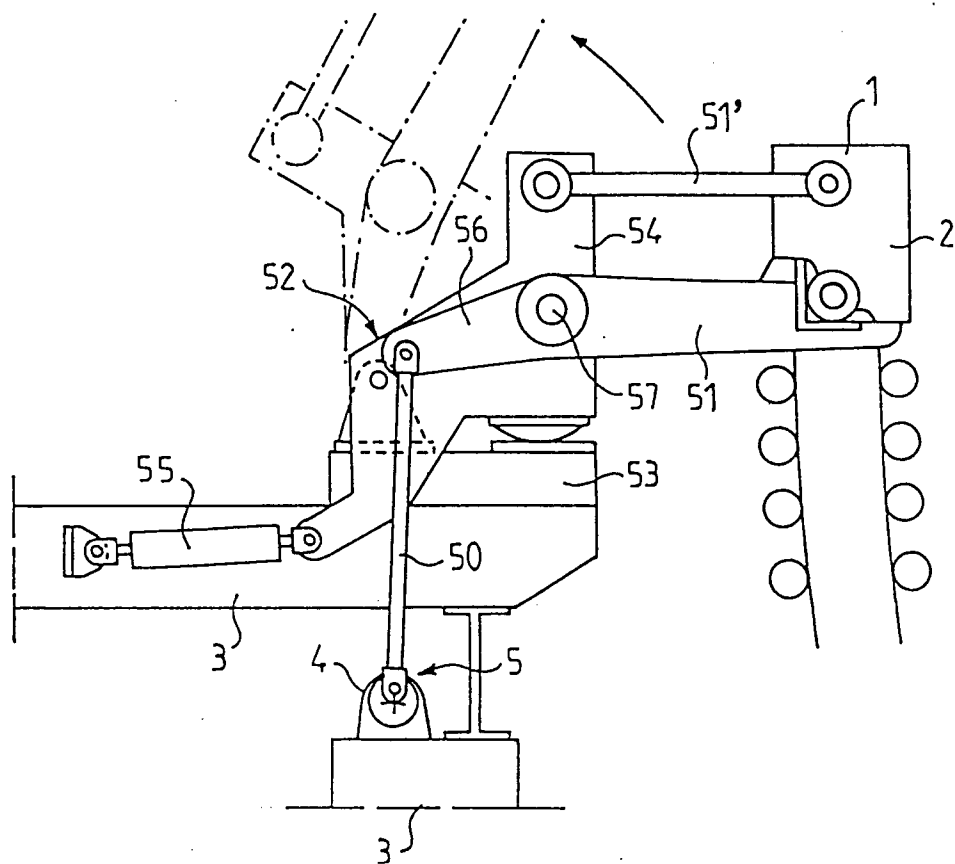


FIG. 5

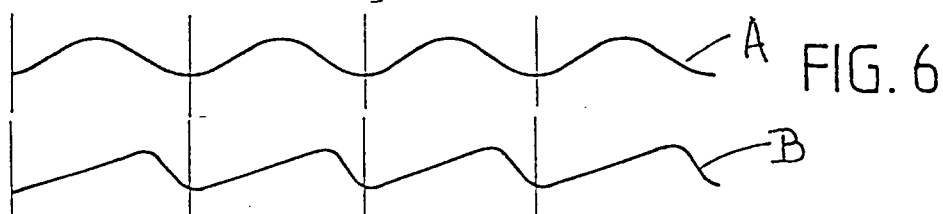


FIG. 6

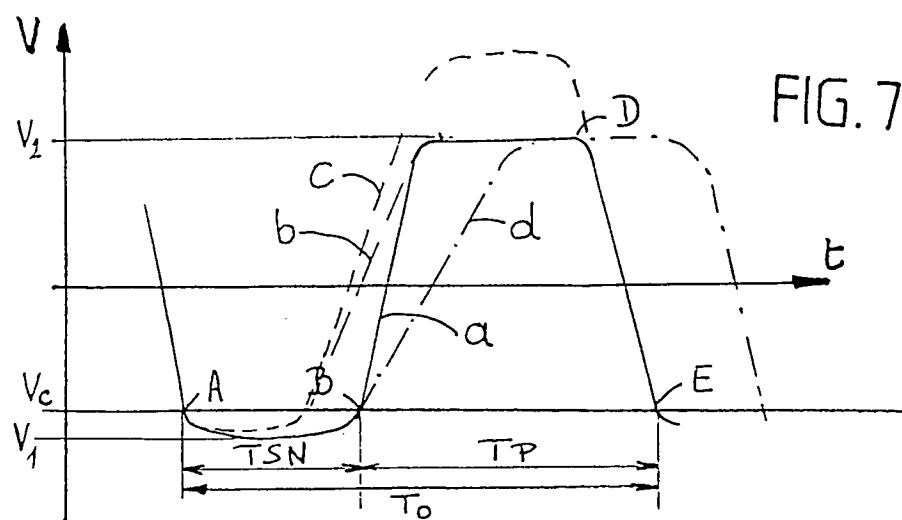


FIG. 7

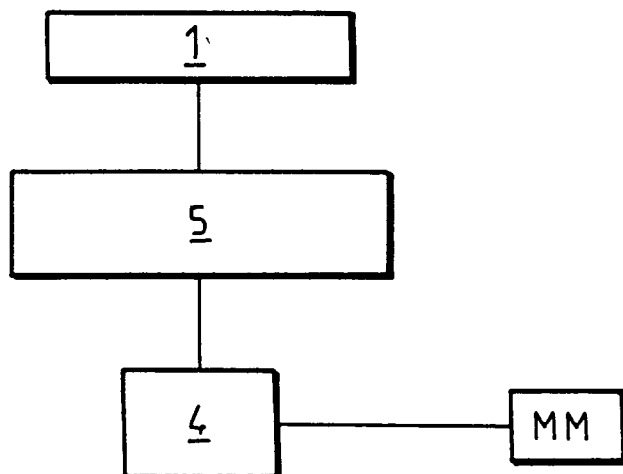


FIG. 8

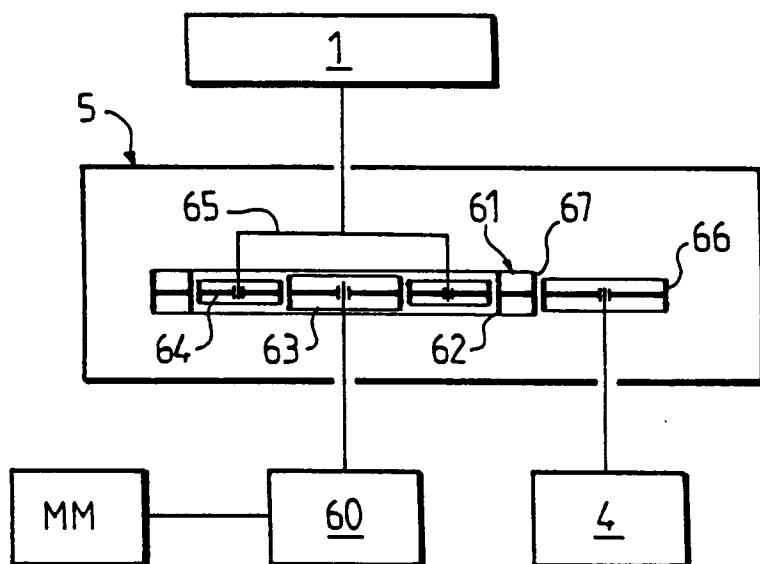


FIG. 9

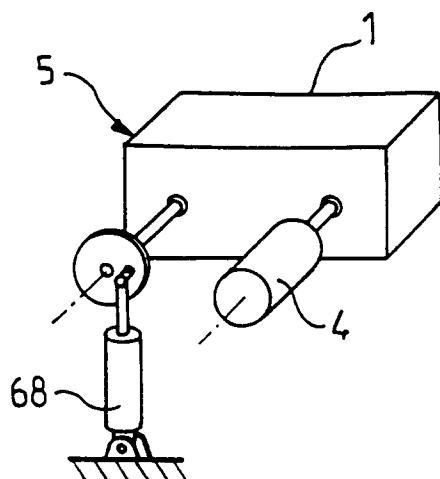


FIG. 10

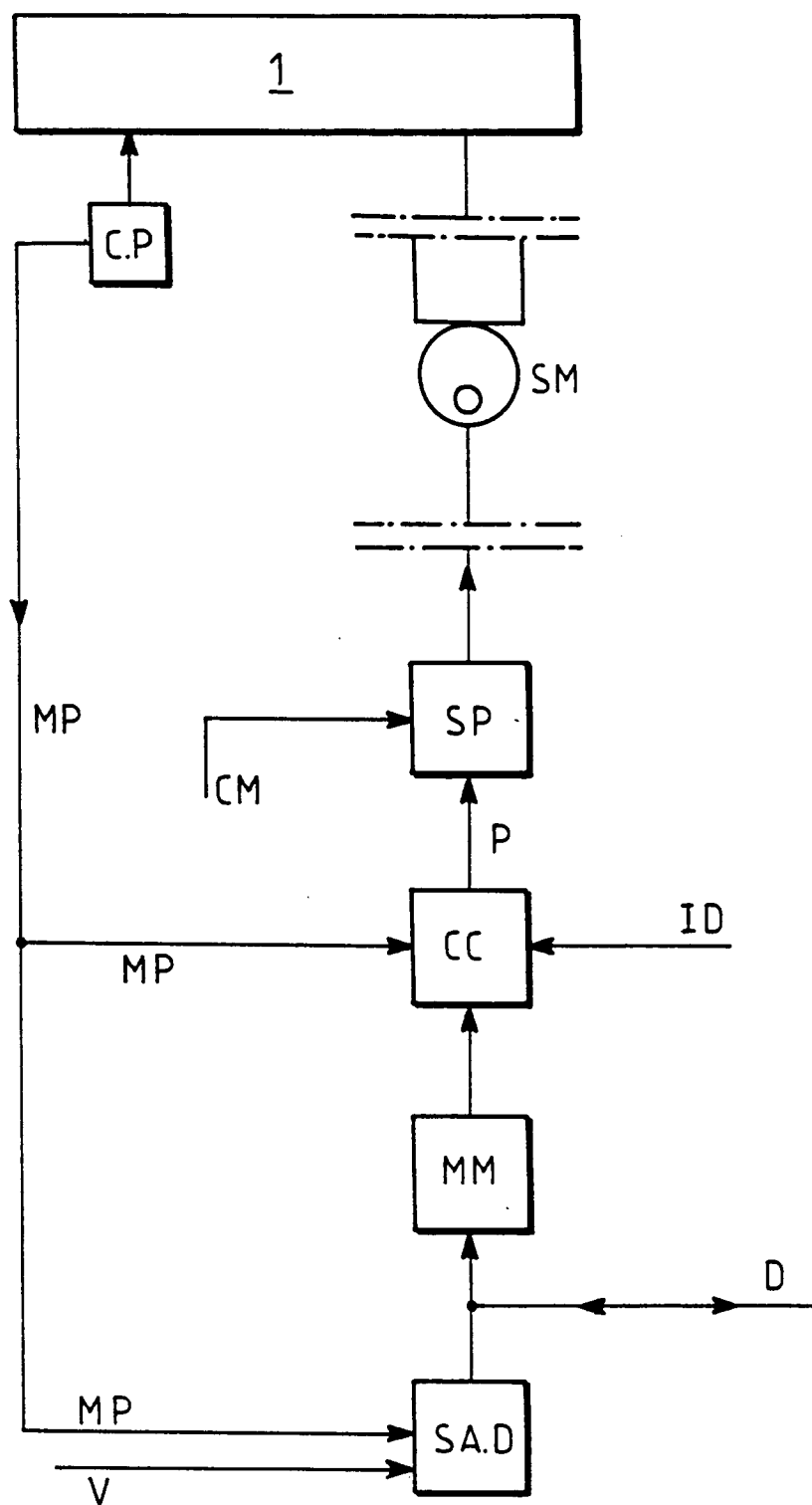


FIG. 11

