



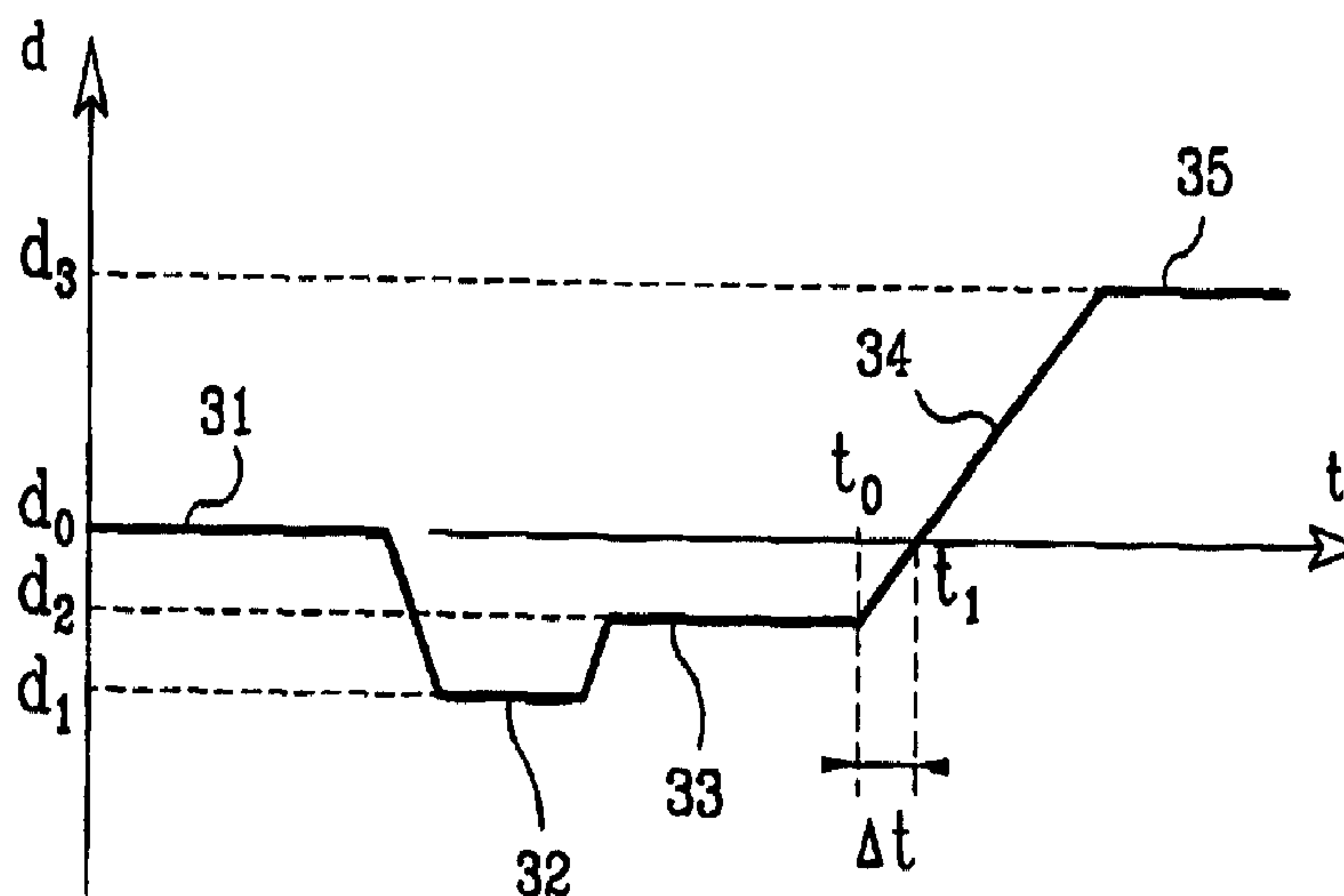
(72) VENDEVILLE, LUC, FR  
(72) BREVIERE, YANN, FR  
(72) MERCIER, GEORGES, FR  
(72) FELLUS, GILLES, FR  
(72) ABI KARAM, MICHEL, FR  
(72) LECLERCQ, YVES RENÉ, FR  
(71) USINOR, FR  
(71) THYSSEN STAHL AKTIENGESELLSCHAFT, DE

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> B22D 11/20

(30) 1997/07/16 (97/09241) FR

(54) **PROCEDE DE DEMARRAGE D'UNE OPERATION DE COULEE  
CONTINUE DES METAUX**

(54) **METHOD FOR STARTING CONTINUOUS METAL CASTING  
OPERATION**



(57) Le procédé selon l'invention est caractérisé en ce que, avant le démarrage de la coulée, on détermine une position d'initialisation (31) du vérin de commande de la quenouille alors que celle-ci repose sur son siège sous son seul poids, et après avoir rempli le répartiteur équipé de cette quenouille, on actionne le vérin pour l'amener dans une position (33) de surfermeture contrôlée, et, pour démarrer la coulée, on commande le vérin selon une loi imposée (34) de déplacement en fonction du temps, l'instant (t1) de début de coulée étant déterminé à partir de cette loi, et on continue à actionner le vérin de commande dans le sens de l'ouverture, pour laisser le métal s'écouler dans la lingotière. Application à la coulée continue des métaux, notamment de l'acier.

(57) The invention concerns a method characterised in that, before starting the casting operation, it consists in determining an initialising position (31) for the actuator controlling the ladle stopper when the latter is resting on its base by its sole weight, and after filling the distributor equipped with this ladle stopper, in activating the actuator to bring it in a controlled over-closure position (33), and, to start the casting, in controlling the actuator according to a predetermined time-based displacement law (34), the casting operation starting time (t1) being determined on the basis of this law, and in continuing to activate the control actuator in the opening direction, to allow the metal to flow into the ingot mould. The invention is applicable to metal casting, in particular, steel.



PCT

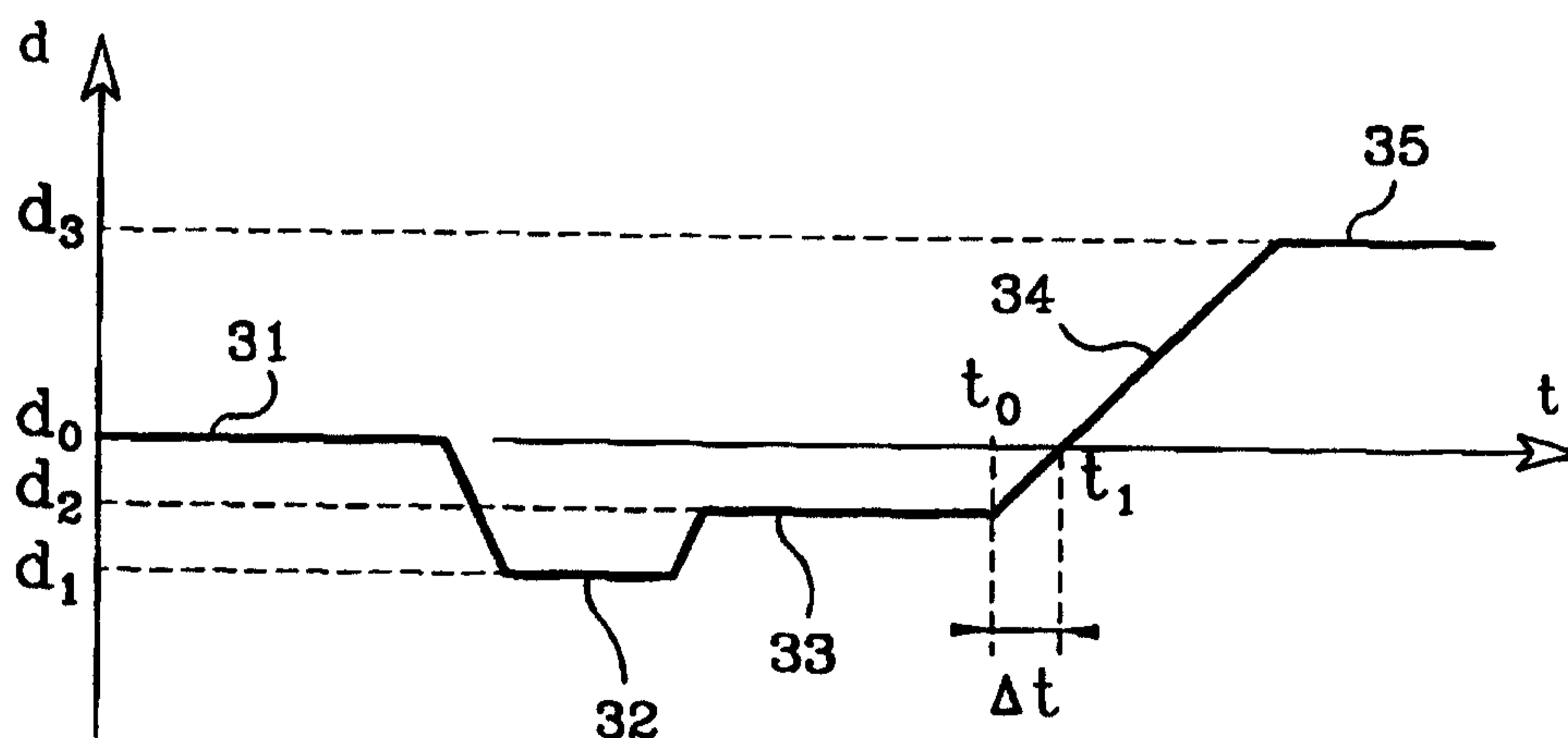
ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE  
Bureau international

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

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>B22D 11/20</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 99/03619</b> (43) Date de publication internationale: 28 janvier 1999 (28.01.99)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/01401</p> <p>(22) Date de dépôt international: 1er juillet 1998 (01.07.98)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 97/09241 16 juillet 1997 (16.07.97) FR</p> <p>(71) Déposants (pour tous les Etats désignés sauf US): USINOR [FR/FR]; Immeuble "La Pacific", 11/13, cours Valmy, F-92800 Puteaux (FR). THYSSEN STAHL AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Kaiser Wilhelm Strasse 100, D-4100 Duisburg (DE).</p> <p>(72) Inventeurs; et</p> <p>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): VENDEVILLE, Luc [FR/FR]; 32, rue Edgard Quinet, F-62400 Béthune (FR). BREVIERE, Yann [FR/FR]; 5D, rue Basse, F-62190 Ecquedecques (FR). MERCIER, Georges [FR/FR]; 52, rue Berguette, F-62190 Ham En Artois (FR). FELLUS, Gilles [FR/FR]; 19, rue Jean Mermoz, F-95640 Marines (FR). ABI KARAM, Michel [FR/FR]; 50, rue Louis Blanc, F-92400 Courbevois (FR). LECLERCQ, Yves, René [FR/FR]; 14, chemin des Mignotteries, F-78620 Etang la Ville (FR).</p> <p>(74) Mandataire: LECLAIRE, Jean-Louis; Cabinet Ballot Schmit, 18, place du Forum, F-57000 Metz (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>	

(54) Title: METHOD FOR STARTING CONTINUOUS METAL CASTING OPERATION

(54) Titre: PROCEDE DE DEMARRAGE D'UNE OPERATION DE COULEE CONTINUE DES METAUX



## (57) Abstract

The invention concerns a method characterised in that, before starting the casting operation, it consists in determining an initialising position (31) for the actuator controlling the ladle stopper when the latter is resting on its base by its sole weight, and after filling the distributor equipped with this ladle stopper, in activating the actuator to bring it in a controlled over-closure position (33), and, to start the casting, in controlling the actuator according to a predetermined time-based displacement law (34), the casting operation starting time ( $t_1$ ) being determined on the basis of this law, and in continuing to activate the control actuator in the opening direction, to allow the metal to flow into the ingot mould. The invention is applicable to metal casting, in particular, steel.

**(57) Abrégé**

Le procédé selon l'invention est caractérisé en ce que, avant le démarrage de la coulée, on détermine une position d'initialisation (31) du vérin de commande de la quenouille alors que celle-ci repose sur son siège sous son seul poids, et après avoir rempli le répartiteur équipé de cette quenouille, on actionne le vérin pour l'amener dans une position (33) de surfermeture contrôlée, et, pour démarrer la coulée, on commande le vérin selon une loi imposée (34) de déplacement en fonction du temps, l'instant (t1) de début de coulée étant déterminé à partir de cette loi, et on continue à actionner le vérin de commande dans le sens de l'ouverture, pour laisser le métal s'écouler dans la lingotière. Application à la coulée continue des métaux, notamment de l'acier.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

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

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

Procédé de démarrage d'une opération de coulée continue  
des métaux.

La présente invention concerne la coulée continue des métaux, notamment de l'acier, et plus particulièrement un procédé de démarrage de la coulée, à partir de la situation où l'installation de coulée est prête à recevoir le métal en fusion contenu dans un  
5 récipient de transport tel qu'une poche d'aciérie.

Une telle installation comporte classiquement un répartiteur équipé d'une busette de coulée et une lingotière. Le répartiteur comporte également des moyens  
10 d'obturation, appelés quenouille, pour obturer la busette et régler le débit d'écoulement de métal en fusion pendant la coulée.

Avant le début de la coulée, un mannequin est mis en place dans l'installation, ce mannequin comporte une  
15 tête de mannequin qui est insérée dans la lingotière pour l'obturer temporairement au début de la coulée, et la quenouille est placée en position de fermeture.

Pour démarrer la coulée, le métal de la poche est déversé dans le répartiteur.

20 Puis on ouvre la quenouille pour que le métal remplisse la lingotière en s'écoulant par la busette. Lorsque le métal atteint un niveau prédéterminé en lingotière, on entraîne le mannequin vers le bas, pour commencer l'extraction du produit coulé, au moins  
25 partiellement solidifié au contact des parois refroidies de la lingotière.

Un problème qui se pose est de définir le moment où l'on va commencer l'extraction, compte-tenu notamment du niveau requis en lingotière et du temps nécessaire pour  
30 que le produit soit suffisamment solidifié avant de commencer l'extraction. Or, l'arrivée du métal au niveau requis en lingotière dépend du débit de métal dans la busette et donc notamment de la position d'ouverture de

la quenouille.

Aussi, pour automatiser le démarrage, il est déjà connu d'utiliser un détecteur de niveau pour détecter l'arrivée du métal au niveau prescrit en lingotière, et de piloter le démarrage de l'extraction par ce détecteur.

Par ailleurs, il est aussi connu d'utiliser un détecteur de niveau placé sur la lingotière pour réguler le débit ou la vitesse d'extraction en cours de coulée, de manière à conserver un niveau de métal sensiblement constant en lingotière pendant toute la coulée.

Mais ces détecteurs ne peuvent être placés qu'en haut de la lingotière. De plus, il n'ont classiquement qu'une distance de détection faible et sont positionnés de manière à pouvoir mesurer les variations de niveau au voisinage du niveau de consigne en cours de coulée. De ce fait, ils ne détectent le métal en lingotière que lorsque celui-ci approche du niveau de consigne. Ainsi, pendant presque toute la durée du remplissage de la lingotière, on ne peut contrôler le niveau de métal. Par ailleurs, lorsque le détecteur peut enfin détecter la présence de métal, et donc commander le démarrage de l'extraction, celle-ci met un certain temps avant de se mettre en régime, et le niveau de métal risque de dépasser largement le niveau de consigne. Ceci peut être en partie évité en commandant simultanément la fermeture de la quenouille pour réduire le débit d'alimentation. Mais le temps de réaction de la quenouille, dont le positionnement est assuré par un vérin, ne peut être réduit suffisamment pour éviter totalement le problème précité. De plus, l'inertie de l'écoulement de métal et celle des moyens de commande de la quenouille entraîne des fluctuations de niveau qui peuvent durer pendant un certain temps avant que la régulation et donc le niveau se stabilisent et que la coulée devienne régulière.

Un autre problème qui se pose est d'arriver à déterminer l'instant du début effectif de la coulée,

c'est-à-dire l'instant où le métal contenu dans le répartiteur commence à s'écouler lorsque l'on commande l'ouverture de la quenouille. Ce problème est également lié à celui de pouvoir contrôler la montée du niveau dans la lingotière, ce niveau n'étant pas détectable pendant une grande partie du remplissage, comme on l'a vu précédemment. Le seul moyen pour contrôler cette montée de niveau est donc d'agir sur le débit de métal s'écoulant du répartiteur, qui dépend de la position exacte de la quenouille. Mais la détermination de la position de la quenouille est effectuée classiquement par un dispositif de mesure situé sur les moyens de commande de la quenouille et non sur la quenouille elle-même. Il s'ensuit que l'indication donnée par ces moyens de mesure n'est pas exactement représentative de la position de la quenouille elle-même, ceci étant dû notamment aux jeux inévitables des moyens de liaison mécanique de la quenouille à ses moyens de commande. Il s'ensuit que non seulement il existe un décalage dans le temps entre la commande d'ouverture de la quenouille et le début de l'ouverture réelle, et donc le début d'écoulement du métal, mais aussi, par la suite, l'indication de position de la quenouille n'est pas le reflet exact de sa position effective, laquelle détermine le débit de métal. Or, ce n'est que par la connaissance de l'instant précis du début de coulée, et du débit, que l'on peut déterminer précisément le niveau dans la lingotière au cours du remplissage.

Ce problème est particulièrement gênant dans le cas de la coulée continue entre cylindres, car la détermination de l'instant exact du début de l'extraction est primordiale dans cette technique. Il est donc nécessaire de connaître précisément l'instant exact du début d'écoulement et le débit de remplissage, d'autant plus que dans cette technique, le temps de remplissage entre le début de l'écoulement et le début de

l'extraction est très court.

L'invention a pour but de résoudre les différents problèmes précités, et en particulier de permettre la détermination précise de l'instant du début de coulée effective, et du débit de coulée pendant la phase de remplissage de la lingotière.

Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet un procédé de démarrage d'une opération de coulée continue de métal, dans une installation de coulée comprenant un répartiteur qui comporte un orifice de vidange obturable par une quenouille venant en appui sur un siège de quenouille, des moyens de liaison mécanique entre la quenouille et un vérin de commande du déplacement de la quenouille, et une lingotière recevant le métal s'écoulant par le dit orifice.

Selon l'invention, ce procédé est caractérisé en ce que, avant le démarrage de la coulée:

a) la quenouille est posée sur son siège sous le seul effet de son propre poids, le vérin de commande étant inactif et dans une position d'initialisation définie par la position de la quenouille,

b) on détermine la dite position d'initialisation du vérin de commande,

c) on actionne le vérin de commande dans le sens de la fermeture pour pousser la quenouille sur son siège,

d) on remplit le répartiteur avec le métal liquide,

e) on actionne le vérin de commande pour l'amener dans une position de surfermeture contrôlée définie par une distance prédéterminée de la position du vérin de commande par rapport à la position d'initialisation,

et, pour démarrer la coulée :

f) on actionne le vérin de commande dans le sens de l'ouverture selon une loi prédéfinie imposée de déplacement du vérin de commande en fonction du temps, l'instant de début de coulée étant déterminé à partir de cette loi, en calculant avec cette loi le temps mis pour

que le vérin de commande passe de la position de surfermeture à la position d'initialisation,

g) et on continue à actionner le vérin de commande dans le sens de l'ouverture, pour laisser le métal s'écouler dans la lingotière.

Comme on le comprendra mieux par la suite, le procédé selon l'invention permet de déterminer précisément le moment où le métal en fusion va pouvoir commencer à s'écouler entre la quenouille et son siège.

Ce moment se situe donc juste lorsque la quenouille quitte son siège.

Théoriquement, il suffirait de maintenir la quenouille précisément dans cette position, et de commencer à la déplacer vers le haut pour l'écartier de son siège, l'instant précis du début du déplacement définissant l'instant de début de coulée.

Pratiquement, ceci est impossible. En effet, ne serait-ce qu'à cause des jeux inévitables existant dans les moyens de liaison mécanique entre quenouille et vérin de commande, et par la poussée exercée sur la quenouille par le métal liquide contenu dans le répartiteur, il est clair que, même si le vérin de commande est maintenu en position fixe, dans la dite position d'initialisation où la quenouille est juste posée sur son siège, la position exacte de la quenouille va varier lors du remplissage du répartiteur par le métal en fusion, suite notamment au rattrapage des jeux mécaniques, ou aux phénomènes de dilatation.

Il s'ensuivrait que l'étanchéité de la quenouille sur son siège serait rompue, et des écoulements de métal en fusion pourraient se produire de manière inopinée avant même que le répartiteur ne soit rempli.

Pour éviter cela, classiquement selon la technique antérieure, l'opérateur actionne le vérin de commande de déplacement de la quenouille, avant le début du remplissage du répartiteur, de manière à appuyer

fortement la quenouille sur son siège. Dès lors, il est pratiquement impossible pour l'opérateur de savoir exactement quand la quenouille va se retrouver en position limite d'étanchéité sur son siège, lorsqu'il va  
5 actionner le vérin de commande dans l'autre sens, puisqu'il n'y a pas une correspondance exacte entre la position du vérin de commande et la position de la quenouille.

Le principe de l'invention est en fait de rétablir artificiellement cette correspondance, en partant de  
10 l'idée que, s'il n'y a pas correspondance exacte des positions respectives de la quenouille et du vérin de commande lorsque ce dernier est actionné dans un sens puis dans l'autre, on rétablit cependant cette  
15 correspondance si l'on ne considère que le déplacement dans un sens, à savoir celui de l'ouverture.

Pour cela, selon l'invention, on définit donc une position du vérin de commande, précisément mesurable et donc reproductible, appelée position de surfermeture  
20 contrôlée, ainsi qu'une loi de déplacement du vérin de commande dans le sens de l'ouverture, c'est-à-dire correspondant à un déplacement de la quenouille vers le haut.

La position de surfermeture contrôlée est définie  
25 par une distance préétablie considérée à partir de la position du vérin de commande lorsqu'il provoque juste le décollement de la quenouille par rapport à son siège, c'est-à-dire la position d'initialisation.

On notera que cette position d'initialisation du  
30 vérin de commande n'est pas définie par l'opérateur ni par une quelconque action sur le dit vérin, mais qu'elle résulte uniquement des forces de gravité s'exerçant sur l'installation et en particulier sur la quenouille. C'est donc uniquement le contact de la quenouille sur son  
35 siège, sous l'effet de son poids, qui définit la position d'initialisation du vérin de commande. On notera donc

que, lors de la détermination de la position d'initialisation, c'est la quenouille qui fixe la position du vérin de commande, alors que lors de la coulée, c'est bien évidemment le vérin de commande qui fixe la position de la quenouille.

La loi de commande du déplacement du vérin en fonction du temps est définie expérimentalement, en fonction des caractéristiques de l'installation de coulée et du process, de manière à établir une relation bien définie entre déplacement du vérin de commande et déplacement de la quenouille, dès que, se déplaçant vers le haut, la quenouille quitte le contact avec son siège. Par contre, avant cet instant, il n'y a pas une telle relation bien définie, mais seulement une définition de la position du vérin de commande en fonction du temps, sans que la position réelle de la quenouille soit reliée à celle du vérin.

Cette loi va donc permettre, au début de l'étape f), d'assurer un déplacement du vérin, sans qu'il y ait déplacement proportionnel de la quenouille, ce déplacement du vérin correspondant en quelque sorte à un relâchement des contraintes générées par l'effort d'appui de la quenouille sur son siège.

Puis, dès lors que ces contraintes sont supprimées, c'est-à-dire à partir de l'instant où il y a rupture du contact entre la quenouille et son siège, le déplacement du vérin conduit à un déplacement de la quenouille, et donc à l'écoulement du métal contenu dans le répartiteur, le débit du métal en fusion étant alors réglé en agissant sur le vérin, et dépendant de la position du dit vérin.

L'explication qui précède est destinée à exposer le principe de l'invention, et est de ce fait assez théorique. Dans la pratique, il est évident que le début réel de l'écoulement ne correspond pas exactement à l'instant auquel le contact entre la quenouille et son siège est rompu, en particulier parce que la géométrie

des surfaces en contact n'est pas idéale et qu'entrent en jeu les caractéristiques physiques du métal en fusion (fluidité, tension de surface, ... etc). C'est pourquoi la loi de déplacement du vérin est déterminée expérimentalement, un des buts visés par l'invention étant essentiellement de pouvoir assurer une reproductibilité des conditions de début de coulée d'une coulée à l'autre.

Selon une disposition particulière de l'invention, lors de l'étape c), on pousse la quenouille sur son siège jusqu'à ce que l'effort de poussée exercé par les moyens de commande atteigne une valeur prédéterminée.

Alternativement, on pousse la quenouille sur son siège jusqu'à ce que les moyens de commande atteignent une position prédéterminée.

Quel que soit le cas, la poussée exercée sur la quenouille avant l'introduction du métal en fusion dans le répartiteur devra être suffisante pour garantir une étanchéité parfaite de la quenouille sur son siège, sans risque que cette étanchéité soit perturbée lors du remplissage du répartiteur. Par contre, cette position de surfermeture sera située au-delà, dans le sens de la fermeture, de la position de surfermeture contrôlée.

Selon une autre disposition complémentaire, lors du démarrage de la coulée et après le passage des moyens de commande dans la position d'initialisation, on poursuit l'ouverture automatique de la quenouille selon une loi d'ouverture imposée, jusqu'à une position dite de remplissage. Cette position de remplissage est maintenue pendant le remplissage de la lingotière. Cette disposition permet en fait d'assurer un remplissage de la lingotière sous un débit contrôlé, de sorte que la montée du métal liquide dans la lingotière s'effectue le plus calmement possible et que la régulation de niveau, classiquement connue, puisse entrer en jeu sans créer d'à-coups lorsque le niveau de métal en lingotière arrive

à proximité du niveau nominal. On évite ainsi notamment tout risque de débordement du métal hors de lingotière. On assure ainsi également une transition douce entre la phase de démarrage, c'est-à-dire jusqu'à ce que le niveau en lingotière soit sensiblement au niveau nominal, et le début de l'extraction.

Selon encore une autre disposition préférentielle, avant que le niveau de métal en lingotière atteigne un niveau nominal de coulée prédéterminée, on met en service une régulation de niveau qui assure la régulation de niveau dès que le niveau de métal arrive à proximité du niveau nominal. La régulation de niveau, bien connue dans les installations de coulée continue, est donc mise en service bien avant que le niveau de métal puisse être détectée par le capteur, classiquement utilisé dans les systèmes de régulation. La régulation est cependant saturée de manière à éviter qu'elle ne tende à provoquer une ouverture supplémentaire de la quenouille (ce qui serait normalement le cas puisque le niveau de métal est alors largement en-dessous du niveau normal). Par contre, les circuits de régulation étant déjà en service avant que le capteur ne détecte le métal coulé en lingotière, la régulation intervient sans retard dès que le niveau de métal est détecté. Il en résulte que la réaction, provoquée par la dite régulation lorsque le métal coulé arrive à proximité du niveau nominal, est moins vive et ne génère pas de déplacement brusque de la quenouille ou de variation brusque de la vitesse d'extraction.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va être faite d'un procédé de démarrage d'une coulée continue d'acier conforme à l'invention.

On se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une installation de coulée continue d'acier en lingotière,
- la figure 2 est un graphique montrant la position

mesurée du vérin de commande de la quenouille en fonction du temps.

L'installation de coulée continue, représentée à la figure 1, en cours de coulée, comprend un répartiteur 1 contenant l'acier 2 en fusion, pourvu d'un orifice de vidange 3 équipé d'une busette 4. L'orifice de vidange 3 peut être obturé par une quenouille 5 venant en appui sur son siège 6. Les déplacements de la quenouille sont effectués par un vérin de commande 7, relié à la quenouille 5 par des moyens de liaison mécanique tel qu'un levier 8 articulé pivotant dans un palier 9.

L'installation comporte par ailleurs, de manière connue en soi, une lingotière 20 dont les parois sont énergiquement refroidies pour refroidir et solidifier le métal en fusion déversé dans la lingotière par la busette 4. En régime normal de coulée, le métal au moins partiellement solidifié sous forme par exemple d'une brame 21, est extrait de la lingotière vers le bas, au moyens de rouleaux d'extraction 22 entraînés en rotation par des moteurs non représentés.

Le vérin de commande 7 est équipé d'un capteur de position 10, qui permet de mesurer en permanence la position exacte de la tige du vérin. L'installation comporte par ailleurs un système de régulation 11, schématiquement représenté sur le dessin, et auquel est également relié un détecteur de niveau 12 permettant de détecter et mesurer le niveau 23 du métal dans la lingotière.

Le système de régulation 11 est également relié à une électrovanne 13, ou moyen de pilotage équivalent, pour commander les déplacements du vérin 7, ainsi qu'aux moteurs des rouleaux d'extraction 22 pour régler leur vitesse.

Tous ces moyens sont classiquement connus dans les installations de coulée existantes.

On notera toutefois que par vérin de commande, on

doit comprendre bien évidemment non seulement un vérin classique comportant une tige mobile en translation dans un corps de vérin, tel que le vérin 7 représenté figure 1, mais également tout autre actionneur pouvant assurer  
5 la même fonction de déplacement de la quenouille.

Le graphique de la figure 2 montre à titre d'exemple du procédé selon l'invention, les variations de la position  $d$  du vérin 7 en fonction du temps  $t$ , depuis un instant situé avant le processus de démarrage, jusqu'à  
10 l'arrivée en régime normal de coulée.

Le tracé 31 correspond à la position d'initialisation "0" du vérin de commande, c'est-à-dire la position mesurée de la tige du vérin lorsque la quenouille 5 repose sous l'effet de son propre poids sur son siège 6. Le vérin n'est alors soumis à aucune  
15 pression par l'électrovanne 13, la position de la tige étant alors uniquement déterminée par la position de la quenouille 5. Dans l'exemple représenté, on comprendra aisément que le poids de la quenouille et celui de la  
20 tige de vérin exercent sur le levier 8 des efforts dirigés vers le bas, et que, en conséquence, les jeux inévitables au niveau de toutes les articulations sont situés vers le haut pour les articulations 51 et 61 de la  
quenouille et de la tige de vérin sur le levier, ainsi  
25 que pour l'articulation de pivot 9 du levier sur l'installation.

Partant de cette position, le vérin est alors commandé de manière que sa tige se déplace d'une valeur  $d_1$ , propre à compenser les divers jeux indiqués ci-dessus  
30 et à presser fortement la quenouille sur son siège. Cette position est conservée pendant toute la durée du remplissage du répartiteur en métal, comme représenté par le tracé 32. Au lieu de définir à ce stade une position de vérin  $d_1$ , on pourra définir également un effort ou une  
35 pression d'alimentation du vérin, comme cela a déjà été indiqué.

Lorsque le répartiteur est rempli, le vérin est alors commandé pour déplacer sa tige jusque dans la position dite de surfermeture contrôlée (tracé 33 de la figure 2). Cette position est définie par une distance  $d_2$  par rapport à la position d'initialisation. Cette distance peut être par exemple un pourcentage prédéterminé, par exemple 3%, de la course totale du vérin. Cette distance sera dans la pratique déterminée expérimentalement de manière à ne pas être trop importante, mais cependant suffisante pour que la quenouille reste bien pressée sur son siège et que aucun jeu n'apparaisse au niveau des diverses articulations.

Cette position va être par la suite considérée comme point de départ de la commande du vérin sous la loi d'ouverture imposée déjà évoquée.

Cette loi est représentée sur la figure 2 par le tracé 34. Telle que représentée, cette loi, fixant le déplacement de la tige de vérin en fonction du temps, est linéaire. Ceci n'est toutefois pas obligatoire, la courbe représentative de la dite loi pouvant quelque peu s'écarter d'une droite, en fonction de la cinématique propre des moyens de liaison entre le vérin et la quenouille, et également des conditions de débit de remplissage de la lingotière, comme on le verra par la suite.

Connaissant donc la loi de déplacement du vérin, la distance  $d_2$ , et l'instant  $t_0$  auquel le déplacement du vérin est commandé conformément à cette loi, l'instant précis de démarrage  $t_1$  sera déterminé par calcul comme étant l'instant  $t_0 + \Delta t$ ,  $\Delta t$  étant le temps mis pour que la tige de vérin se déplace de la distance  $d_2$ . A ce moment, le déplacement du vérin aura libéré la pression exercée par la quenouille sur son siège lors de la phase de surfermeture contrôlée, et aura aussi rattrapé tous les jeux des articulations, dans le sens inverse de ce qui s'était produit lors de la mise en pression du vérin

avant le remplissage du répartiteur. L'ensemble du vérin, du levier, et de la quenouille se retrouve alors sensiblement dans la même situation que lors de l'initialisation puisque les efforts exercés sont pratiquement les même que ceux exercés lors de l'initialisation, la seule différence étant que c'est alors le vérin qui tire la quenouille vers le haut, alors que lors de l'initialisation, c'était la quenouille qui retenait le vérin.

10 A partir du temps  $t_1$ , l'orifice d'écoulement s'ouvre donc progressivement, la progression de l'ouverture étant contrôlée par le déplacement du vérin, lequel déplacement continue à s'effectuer sous le contrôle de la loi imposée, jusqu'à un point défini par  
15 une distance  $d_3$ , cette distance  $d_3$  étant déterminée de manière à correspondre à une ouverture donnée de la quenouille. Elle peut être différente de l'ouverture maximale prévue pour le régime normal de coulée, qui interviendra seulement après le démarrage de  
20 l'extraction. A partir de l'instant  $t_1$ , le métal contenu dans le répartiteur commence donc à s'écouler dans la lingotière sous un débit déterminé par l'ouverture de la quenouille, c'est-à-dire progressivement croissant jusqu'à ce que le vérin atteigne la position  $d_3$ , puis se  
25 stabilisant à une valeur imposée pendant la poursuite du remplissage de la lingotière (tracé 35).

Pendant la durée du remplissage de la lingotière, alors que l'extraction n'a pas encore débuté, le débit de métal peut donc être différent du débit nominal sous  
30 lequel le métal s'écoulera du répartiteur dans la lingotière après le démarrage des rouleaux d'extraction. Ce n'est que lorsque le niveau de métal en lingotière arrive à proximité du détecteur de niveau 12 que la régulation de niveau, de type connu en soi, prend le  
35 relais pour commander le vérin 7, ainsi qu'éventuellement la vitesse des rouleaux extracteurs 22, pour adapter le

débit à la vitesse d'extraction, de manière à conserver un niveau sensiblement constant de métal en lingotière, comme cela est bien connu.

5 L'invention n'est pas limitée au procédé de démarrage qui vient d'être décrit uniquement à titre d'exemple. En particulier, le procédé selon l'invention pourra avantageusement être mis en oeuvre dans des installations de coulée continue entre cylindres.

10 Également, au lieu d'utiliser le capteur 10 directement placé sur le vérin et mesurant la position de sa tige, les mesures de position pourront être effectuées par tout autre moyen de mesure apte à déterminer précisément la position des moyens de commande de la quenouille.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de démarrage d'une opération de coulée continue de métal, dans une installation de coulée comprenant un répartiteur (1) qui comporte un orifice de vidange (3) obturable par une quenouille (5) venant en appui sur un siège de quenouille (6), des moyens (8) de liaison mécanique entre la quenouille (5) et un vérin (7) de commande du déplacement de la quenouille, et une lingotière (20) recevant le métal (2) s'écoulant par le dit orifice,

10 caractérisé en ce que, avant le démarrage de la coulée:

a) la quenouille (5) est posée sur son siège (6) sous le seul effet de son propre poids, le vérin de commande (7) étant inactif et dans une position d'initialisation (31) définie par la position de la quenouille,

b) on détermine la dite position d'initialisation du vérin de commande,

c) on actionne le vérin de commande dans le sens de la fermeture pour pousser la quenouille sur son siège,

d) on remplit le répartiteur avec le métal liquide,

e) on actionne le vérin de commande pour l'amener dans une position (33) de surfermeture contrôlée définie par une distance (d2) prédéterminée de la position du vérin de commande par rapport à la position d'initialisation,

et, pour démarrer la coulée :

f) on actionne le vérin de commande dans le sens de l'ouverture selon une loi imposée (34) de déplacement du vérin de commande en fonction du temps, l'instant (t1) de début de coulée étant déterminé à partir de cette loi, en calculant avec cette loi le temps mis pour que le vérin de commande passe de la position de surfermeture contrôlée (33) à la position d'initialisation,

g) et on continue à actionner le vérin de commande dans le sens de l'ouverture, pour laisser le métal s'écouler dans la lingotière.

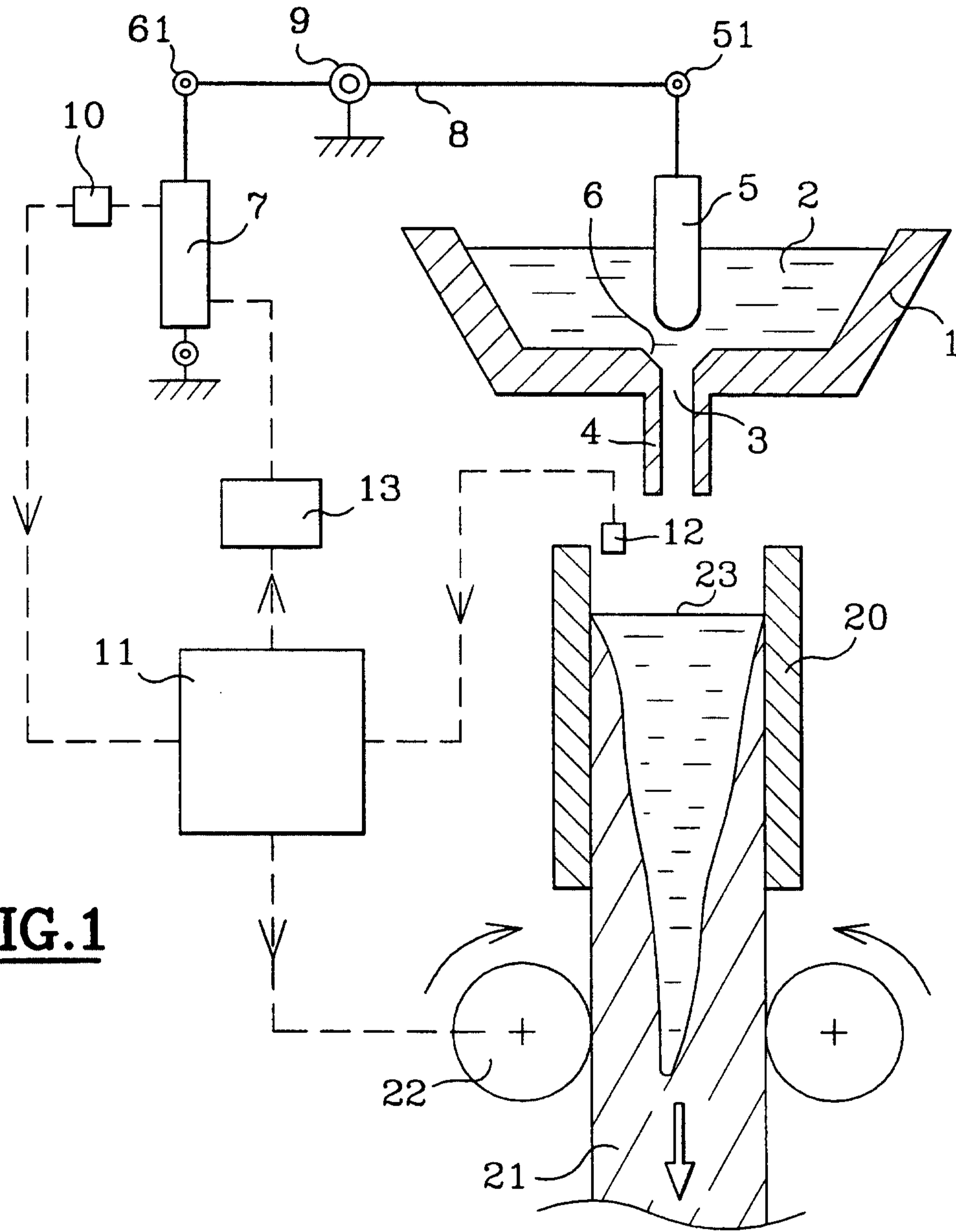
5           2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lors de l'étape c), on pousse la quenouille sur son siège jusqu'à ce que l'effort de poussée exercé par le vérin de commande atteigne une valeur prédéterminée.

10           3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lors de l'étape c), on pousse la quenouille sur son siège jusqu'à ce que le vérin de commande atteigne une position prédéterminée (32).

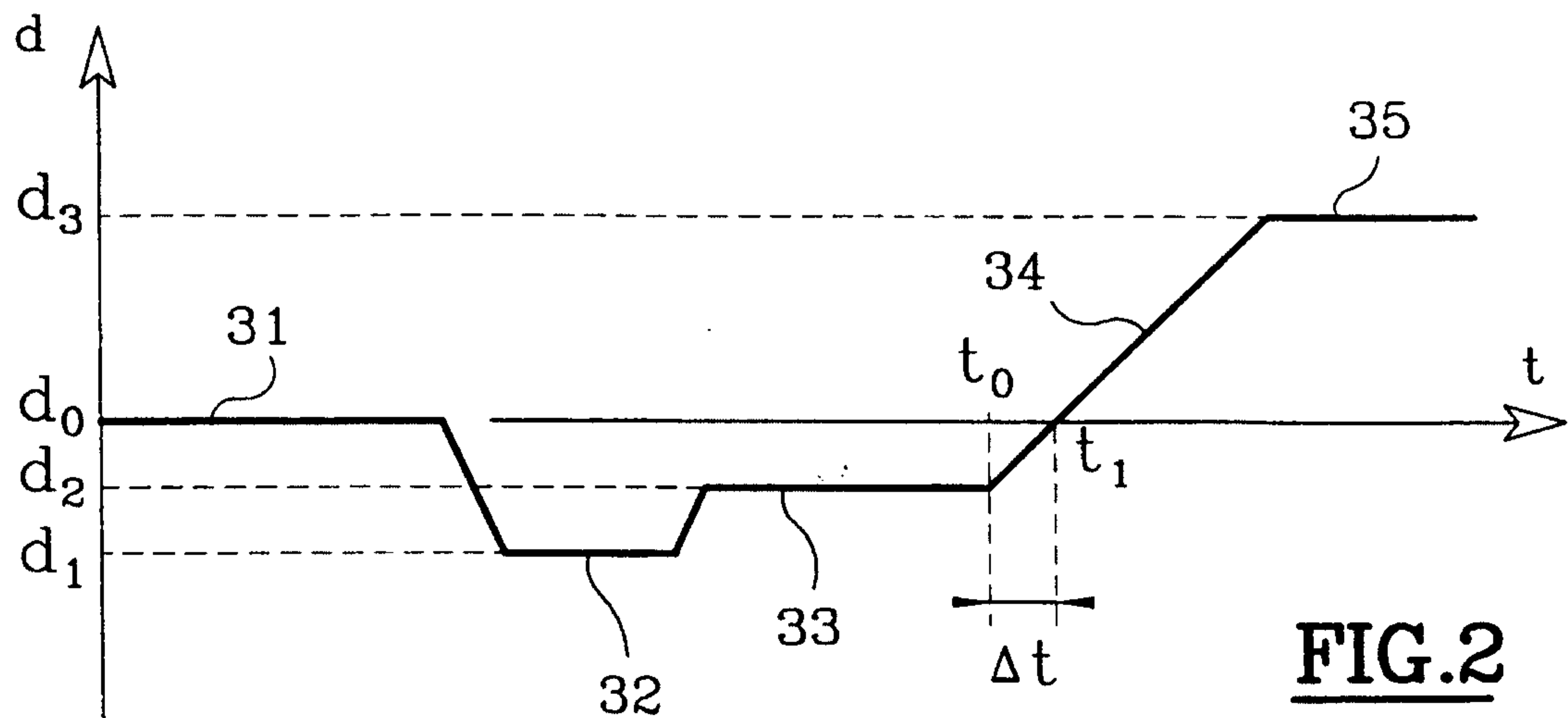
15           4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, lors du démarrage de la coulée et après le passage du vérin de commande dans la position d'initialisation, on poursuit l'ouverture de la quenouille jusqu'à une position de  
20 remplissage (35) située en dessous d'une position de pleine ouverture, cette position de remplissage étant maintenue pendant le remplissage de la lingotière.

25           5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, avant que le niveau (23) de métal en lingotière atteigne un niveau nominal de coulée prédéterminée, on met en service une régulation de niveau qui assure la régulation de niveau dès que le niveau de métal arrive à proximité du niveau nominal.

1 / 1



**FIG. 1**



**FIG. 2**