(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 227 517**
B1

(12) # FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet: **09.05.90**

(51) Int. Cl.[5]: **C25D 21/12**

(21) Numéro de dépôt: **86402522.6**

(22) Date de dépôt: **13.11.86**

(54) **Procédé et dispositif de régulation de la quantité d'un métal déposé par voie électrolytique sur une bande défilant en continu.**

(30) Priorité: **19.11.85 FR 8517095**

(43) Date de publication de la demande:
01.07.87 Bulletin 87/27

(45) Mention de la délivrance du brevet:
09.05.90 Bulletin 90/19

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(56) Documents cités:
DE-A- 2 347 759
GB-A- 688 189
US-A- 4 240 881

(73) Titulaire: **SOLLAC, Immeuble Elysées, La Défense 29 Le Parvis, F-92800 PUTEAUX(FR)**

(72) Inventeur: **Backelandt, Bernard, 9 Rue Cocken Straat, 59229 TELEGHEM(FR)**
Inventeur: **Piquet, Daniel, 2 Route de Watten, RUMINGHEM 62370 AUDRICQ(FR)**
Inventeur: **Gythiel, Jean-Claude, 9 Allée des Eglantiers, 59229 TELEGHEM(FR)**

(74) Mandataire: **Moncheny, Michel et al, c/o Cabinet Lavoix 2 Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09(FR)**

EP 0 227 517 B1

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).

Description

La présente invention est relative à la technique du dépôt d'un revêtement électrolytique sur une bande métallique défilant en continu et se rapporte plus particulièrement à la régulation du dépôt de métal à l'aide d'un microprocesseur.

Il est connu pour procéder à l'étamage d'une bande de faire passer cette bande successivement dans plusieurs réservoirs remplis d'électrolyte.

L'étain est fourni à l'installation d'étamage sous la forme de barres posées sur un support de cuivre faisant office d'anode.

A titre d'exemple, on peut citer une installation d'étamage comportant douze réservoirs successifs.

A raison de deux supports ou ponts par face de métal dans chaque bac, il y a en tout vingt quatre ponts par face.

Le nombre de barres d'étain sur chaque support est fonction de la largeur de la bande à étamer.

Les barres d'étain qui sont en fait des électrodes consommables sont montées sur des glissières conductrices, ce qui permet de les remplacer lorsqu'elles sont usées, de façon continue et sans arrêt de la ligne.

Dans chaque bac sont placés un rouleau inférieur en caoutchouc et un rouleau supérieur chromé entre lesquels est tendue la bande. Ensemble, ils forment la cathode du réservoir correspondant.

Les ponts sont alimentés sous une tension continue de 24V et reçoivent un courant limité à 4500 A.

Le taux d'étain déposé est fonction de la largeur de la bande, de la vitesse de défilement de celle-ci et du courant global qui se répartit sur les différents ponts en service.

L'intensité du courant est donnée par la relation suivante tirée de la loi de Faraday.

$$I = \frac{v \times 60 \times l \times E}{2,2 \times n}$$

v = vitesse de ligne en m/mn
l = largeur de la bande en mètres
E = taux d'étain en g/m2
n = rendement

Dans des installations connues, l'opérateur règle le taux d'étain visé en intervenant directement sur le courant global (1G). Il doit préalablement afficher la largeur de la bande. Le taux d'étamage est maintenu constant par régulation du courant à une valeur proportionnelle à la vitesse de la ligne. Cependant, cette régulation ne permet pas d'éviter le sous-étamage et le sur-étamage lors des états intermédiaires (changement de vitesse, changement de taux, coupure ou rajout d'un pont).

En effet, la quantité d'étain déposé est égale à :

$$\sum_{i=1}^{i=n} K\ Ii/vi.$$

i étant le numéro d'ordre du pont.

A l'état stable toutes les vitesses de passage sous les ponts sont identiques, donc on a :

$$\sum_{i=1}^{i=n} K\ Ii/vi = 1/v \sum_{i=1}^{i=n} K\ Ii = K/v\ I\ global$$

A chaque transitoire cependant, cette relation n'est plus vraie, tous les vi pouvant être différents, et donc la quantité d'étain peut différer de plus de 20% de la valeur visée.

Dans un passé récent, la mesure du taux d'étain déposé était effectuée comme suit.

Les opérateurs affichaient à l'aide d'une table, une référence de courant en fonction du revêtement à effectuer. Une mesure était effectuée par contrôle destructif. On réajustait alors le courant. Cette mesure prenait entre quelques minutes et trois quarts d'heure et il fallait recommencer plusieurs fois ces opérations avant d'obtenir un résultat satisfaisant.

Etant donnée l'inertie du système, sur des programmes courts, le réglage était souvent obtenu en fin d'opération. De plus, pour éviter des litiges, on visait dès le départ un taux plus élevé que le taux nominal. D'où un coût excessif de l'opération d'étamage.

Plus récemment encore, une jauge de mesure en continu a été installée. Celle-ci permet de retranscri-

re la mesure sous la forme d'un graphe par l'intermédiaire d'un écran. L'opérateur peut donc corriger immédiatement les erreurs.

Cette jauge fonctionne de la façon suivante.

La mesure est basée sur le principe de la fluorescence X. La jauge utilise deux sources de curium 244 d'une période radioactive de 17,6 ans. L'énergie libérée par la source provoque une émission de rayons fluorescents provenant du fer dont une partie est absorbée par l'étain. C'est en déterminant la quantité de rayonnement restante que l'on calcule l'étain déposé.

Le traitement du signal est le suivant.

- Conversion du signal exponentiel envoyé par les cellules en un signal linéaire proportionnel au revêtement.
- Calcul de l'écart entre la mesure et le taux nominal visé.
- Correction possible de la valeur du signal de plus ou moins 5% selon le vieillissement des sources par exemple.
- Enfin, un microcalculateur enregistre les signaux et les transmet à un écran cathodique situé sur la ligne d'étamage.

La jauge effectue un balayage toutes les 30 secondes environ. Simultanément, apparaissent les profils transversaux du revêtement, les valeurs moyennes mesurées instantanées et celles du dernier balayage, et le seuil minimal autorisé par les normes en vigueur pour les opérations d'étamage telles qu'EURONORM. A titre de comparaison, le dernier profil enregistré reste sur l'écran.

Avec les techniques connues évoquées plus haut, on se trouve en présence du problème de la variation du taux d'étain à chaque transitoire de vitesse.

L'invention vise donc à créer un procédé et un dispositif de régulation du dépôt électrolytique d'un revêtement métallique sur une bande de métal défilant en continu permettant de remédier à ces inconvénients en prenant en compte les quantités de métal déposées par chaque pont et en adaptant les réglages sur la ligne de dépôt en fonction de ces quantités.

Elle a donc pour objet un procédé de régulation de la quantité d'un métal déposée par voie électrolytique sur une bande à revêtir défilant en continue dans une installation de dépôt comportant plusieurs réservoirs remplis d'électrolyte, la bande passant sur un rouleau conducteur formant cathode associé à chaque réservoir et le métal de revêtement étant fourni par des barres dudit métal portées par des ponts conducteurs formant anodes disposés dans chaque réservoir sur une partie du trajet de la bande dans ledit réservoir, caractérisé en ce qu'il consiste à calculer à chaque déplacement de la bande entre deux ponts successifs, le dépôt de métal sur chaque pont en fonction de l'intensité du courant d'alimentation de ce pont, de la vitesse de la bande et du rendement du pont, à suivre séparément chaque longueur de bande égale à la distance entre deux ponts successifs en cumulant les dépôts de métal successifs, à établir le bilan du dépôt sous le dernier pont débitant du courant afin de déterminer l'intensité nécessaire sous ce pont afin de compléter le dépôt de métal, à déterminer l'intensité globale nécessaire pour obtenir l'intensité désirée sous ce dernier pont, et à chaque acquisition d'une mesure moyenne sur toute la largeur de la bande, à calculer en tenant compte de la distance de transfert, l'écart entre cette valeur moyenne et une valeur de consigne préétablie en déterminant un coefficient correcteur des rendements théoriques du dépôt de métal sous chaque pont.

Suivant une caractéristique particulière de l'invention, le procédé défini ci-dessus comporte en outre les phases consistant à déterminer des courbes expérimentales du rendement en fonction de l'intensité du courant d'alimentation de chaque pont de l'installation, à recueillir des indications relatives aux ponts en service ou hors service, à établir les valeurs analogiques de l'intensité sur chaque pont et de l'intensité maximale du courant sur l'ensemble des ponts, à mesurer la vitesse de défilement de la bande, à établir, des valeurs de consigne relatives à la quantité de métal à déposer, à mesurer la quantité globale de métal déposée à l'aide d'une jauge à balayage périodique, à déterminer les moyennes inférieure et supérieure de la quantité de métal mesurée par la jauge à chaque balayage et à établir à partir des données précitées un modèle de régulation.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig.1 est une vue schématique en perspective avec arrachement partiel d'un bac d'étamage entrant dans la construction d'une installation d'étamage à laquelle est appliquée l'invention;
- la Fig.2 est une vue schématique de dessus du bac de la Fig.1;
- la Fig.3 est une vue schématique d'implantation des jauges de mesure du taux d'étain dans une installation à laquelle est appliquée l'invention;
- la Fig.4 est un schéma synoptique d'un circuit de traitement des données relatives au revêtement appliqué à la tôle et d'élaboration des coefficients de correction;
- la Fig.5 est un organigramme des opérations d'acquisition des données relatives aux taux d'étain déposé;
- la Fig.6 est un organigramme de la boucle rapide de commande des opérations de calcul du dépôt d'étain sur chaque pont;
- la Fig.7 est un organigramme de commande du retour de jauge; et
- la Fig.8 est une ensemble de courbes de rendement des ponts de l'installation pour divers courants d'alimentation.

Sur la Fig.1, on a représenté un bac d'étamage entrant dans la construction d'une installation d'étamage à laquelle est appliquée l'invention.

Il convient toutefois de remarquer que l'invention s'applique également à des installation de dépôt électrolytique de revêtements de métaux autres que l'étain tels que le chrome, le cuivre ou autre.

Le bac comprend un réservoir 1 contenant de l'électrolyte non représenté.

Dans le fond du bac est monté à rotation un rouleau 2 sur lequel passe en continu une bande B à revêtir d'une couche d'étain. Le rouleau 2 est réalisé par exemple en caoutchouc. Au-dessus du réservoir 1 est disposé un second rouleau 3, par exemple chromé, en matière conductrice qui assure la tension de la bande et son transfert dans le réservoir 1 à partir d'un réservoir identique non représenté qui, avec d'autres réservoirs de même type, disposés en amont et en aval du réservoir 1, fait partie de l'installation d'étamage.

Le rouleau 3 fait office de cathode associée au résevoir 1.

Un rouleau essoreur (non representé) plaque la bande B contre le rouleau 3 afin d'éviter la formation d'arcs électriques.

La bande B passe dans le réservoir 1 entre deux paires de supports 4 et 5 (Fig.2) constitués par des barres de cuivre sur lesquelles sont disposées côte à côte des barres d'étain verticales 6 dont les pieds sont engagés dans un guide 7 en forme de U.

Les barres de cuivre 4 et 5 forment des glissières pour les barres d'étain et sont connectées à une barre 7 correspondante d'amenée de courant.

La bande B défile donc dans deux passages formés par les barres d'étain 6 portées par leurs supports correspondants 4 et 5, ménagés respectivement sur son trajet de descente et de montée dans le réservoir 1 rempli d'électrolyte.

Les supports ou ponts 4,5 et les barres d'étain 6 font office d'anode du dispositif.

Le bac ainsi constitué est porté par un bâti 10 qui supporte également les autres bacs de l'installation (non représentés).

Une garniture 11 en matière isolante est interposée entre le bâti et la connexion 12 des supports 4,5 à la barre 7 d'amenée de courant.

En aval du denier bac de l'installation est installée, une jauge formée de deux cellules disposées de la façon représentée à la Fig.3.

A la sortie de l'installation, la bande B sur les deux faces de laquelle vient d'être déposé un revêtement d'étain passe sur un rouleau déflecteur 15 en regard duquel est disposée une première cellule 16 destinée à mesurer le revêtement d'étain d'une première face de la boucle B. La cellule 16 comporte une source 17 de curium 244 placée sur un support 18 monté oscillant sur un socle 19 et déplaçable autour de son axe d'oscillation 20 par un vérin pneumatique 21.

La bande B passe ensuite sur un second rouleau déflecteur 22 en regard duquel est disposée une seconde cellule 23 analogue à la cellule 16 et destinée à mesurer le revêtement d'étain de la face opposée de la bande B.

Cette cellule comporte elle aussi une source 24 de curium 244 placée sur un support 25 monté oscillant sur un socle 26 et actionné par un vérin pneumatique 27.

Les sorties (non représentées des deux cellules 16 et 23 de la jauge sont connectées à des entrées correspondantes du circuit de traitement de la Fig.4 qui va maintenant être décrit.

Ce circuit comprend un convertisseur analogique-numérique et numérique-analogique 30, par exemple du type ADAC 735 qui comporte, pour une installation à douze bacs d'étamage quarante huit entrées analogiques 31 relatives aux intensités des courants appliqués aux supports de tous les bacs, tels que les ponts 4,5 du bac des Fig.1 et 2.

Le convertisseur 30 comporte en outre deux entrées analogiques 32 destinées à recevoir des informations de position des cellules 16,23 des jauges et deux entrées analogiques 33 destinées à recevoir des informations relatives aux valeurs moyennes des dépôts d'étain sur les deux faces de la bande.

Le convertisseur 30 comporte de plus une entrée analogique 34 destinée à recevoir des signaux concernant la largeur de la bande B traitée, deux entrées analogiques 35 concernant les intensités maximales inférieure et supérieure et deux sorties analogiques relatives à l'intensité globale inférieure et supérieure à répartir sur les ponts de l'installation.

Le convertisseur 30 est connectée à un bus à conducteurs multiples 36.

Le circuit de la Fig.4 comporte en outre un compteur 37 dont l'entrée est connectée à la sortie d'un générateur d'impulsions de défilement de la bande B (non représenté) et qui est également connecté au bus 36, un circuit d'interface 38 du type SBC 519 fabriqué et vendu par Intel, à trente deux entrées numériques 39 relatives aux valeurs de consigne inférieure et supérieure du taux d'étain à obtenir, trente deux entrées numériques 40 relatives aux valeurs de consigne commerciales, une entrée 41 de validation du fonctionnement automatique/manuel et une entrée 42 de validation de consigne. Le circuit 38 est également connecté au bus 36.

Enfin, le circuit de la Fig.4 comporte un microprocesseur 43 du type Intel 8088 par exemple, connecté au bus 36 et destiné à commander les modifications du taux d'étain à déposer dans les divers bacs de l'installation en fonction des informations qu'il reçoit.

Le fonctionnement de l'installation va maintenant être décrit en référence à la Fig.4 et aux organigrammes des Fig.5 à 7.

Une première phase de fonctionnement de l'installation est la phase d'acquisition des informations relatives à l'opération en cours.

Le convertisseur 30 reçoit sur ses quarante huit entrées des mesures des intensités sur les ponts 4,5 des douze bacs de l'installation.

Au cours de la phase 50 de l'organigramme de la Fig.5, le convertisseur 30 procède à la lecture des courants sur chacun des ponts. Ces informations d'intensité sont transmises au microprocesseur 43 qui, au cours de la phase 51, calcule les valeurs des dépôts d'étain sous chaque pont, compte tenu de l'information de vitesse de défilement de la bande qui lui est fournie par le compteur 37, du rendement de chaque pont et de la position de la jauge matérialisant la largeur de la bande, ces deux informations étant délivrées par le convertisseur 30.

Au cours de la phase 52, le microprocesseur 43 procède au cumul des informations relatives au dépôt en cours avec le dépôt précédent.

Ensuite, comme représenté sur l'organigramme de la Fig.6, il y a détermination du dernier pont déposant de l'étain. Cette opération est réalisée au cours de la phase 53 de l'organigramme de "boucle rapide" de la Fig.6.

L'information relative au dernier pont déposant de l'étain au cours d'un balayage de la jauge est reçue sur les entrées analogiques 31 du convertisseur 30.

Au cours de la phase 54, il y a calcul de la quantité d'étain à déposer par le dernier pont à partir des informations de consignes de taux d'étain, inférieur et supérieur à obtenir introduites par l'opérateur sur les entrées 39 du circuit d'interface 38. Ensuite, au cours de la phase 55, le microprocesseur 43 calcule l'intensité approximative nécessaire en fonction de l'information de la quantité d'étain à déposer par le dernier pont et des informations de largeur de bande, de la valeur du revêtement mesurée par la jauge et de la vitesse de défilement de la bande, qu'il reçoit par le bus 36, en provenance du convertisseur 30 et du compteur 37.

Au cours de la phase 56, le microprocesseur 43 calcule le rendement du pont à partir de l'intensité calculée au cours de la phase 55 et ceci à partir de courbes pré-établies représentées à la Fig.8.

Puis, au cours de la phase 57, le microprocesseur calcule l'intensité nécessaire correspondant au rendement déterminé au cours de la phase 56, en tenant compte de la valeur du revêtement mesuré par la jauge et de la vitesse de défilement de la bande.

Au cours de la phase 58, il y a interrogation au sujet de l'écart entre l'intensité nécessaire et l'intensité réellement appliquée au dernier pont.

Si l'écart est faible, il y a envoi au cours de la phase 59 de signaux correspondant à l'intensité globale calculée qui apparaissent sur les sorties analogiques 36 du convertisseur 30, cette intensité étant à répartir sur les divers ponts de l'installation.

Enfin, au cours de la phase 60, on provoque l'avance de la bande d'un pas.

Si la réponse à l'interrogation de la phase 58 est non, on répète les calculs des phases 56 et 57 sur les données relatives au dépôt d'étain par un pont situé en aval jusqu'à ce que l'écart d'intensité soit faible.

L'organigramme de la Fig.7 est un organigramme de " boucle lente " qui commande les corrections de dérive.

L'acquisition d'une mesure faite au cours de la phase 61 est la lecture de la valeur moyenne de dépôt d'étain faite par le convertisseur 30 de la Fig.4 à chaque fin de balayage de la jauge de la Fig. 3.

Cette phase est suivie d'une phase 62 d'interrogation relative au passage de l'installation en automatique.

Si la réponse est non, on passe à une phase d'interrogation 63 relative au démarrage de la ligne.

Si la réponse à cette nouvelle interrogation est non, on procède à une troisième interrogation au cours de la phase 64 en ce qui concerne le changement de taux d'étain.

En cas de réponse négative, le microprocesseur 43 procède au cours de la phase 65, au calcul d'un rendement de jauge, c'est à dire du rapport entre le dépôt d'étain mesuré par la jauge et le dépôt à obtenir.

Si les réponses aux trois interrogations précédentes sont oui, on laisse passer un balayage de la jauge et on procède à de nouvelles interrogations.

Pendant ce temps, le réponse affirmative à l'interrogation relative au passage en automatique provoque la validation du fonctionnement automatique.

La réponse affirmative à l'interrogation relative au démarrage de ligne commande le générateur d'impulsions (non représenté) qui est associé au compteur 37 de la Fig.4.

La réponse affirmative à l'interrogation de la phase 64 provoque la validation de la consigne par l'intermédiaire du circuit d'interface 38.

Le procédé qui vient d'être décrit présente vis à vis des procédés connus les avantages suivants.

Il permet de prendre en compte tous les transitoires tels que la variation de la vitesse de défilement de la bande, les arrêts ou les mises en service des ponts.

Il tient compte du rendement de l'électrolyse sous chaque pont, ce qui permet d'avoir une grande précision dans l'obtention directe du bon étamage à chaque changement de consigne.

Ceci est particulièrement important dans le cas de revêtements minces ou lorsque l'intensité maximale des ponts est faible, car on a alors des rendements pouvant être très bas sur les premiers ponts.

Les corrections de courants sont également faibles en valeurs absolues et les interventions de l'opérateur sont plus précises.

Il permet enfin d'obtenir un faible écart entre le dépôt d'étain obtenu et la valeur de consigne.

On donne ci-après à titre d'exemple le déroulement des opérations de régulation du dépôt d'étain dans une installation d'étamage à douze bacs et vingt quatre ponts.

A) Entrée des données

- Vitesse de la ligne
- Largeur de la bande
- Taux d'étain visé
- Courant débité par pont

B) Calcul du nombre de ponts théoriques

Il faut tout d'abord savoir qu'à chaque fois que l'on boucle le programme, la bande a parcouru environ 4 mètres. Ceci correspond à un pas de programme et à la distance séparant le pont N du pont N + 1.

Lors du premier pas N = 1 et à chaque pas on ajoutera 1 à N. On demandera donc à chaque pas de mettre un pont supplémentaire en aval, à l'intensité maximum possible.

C) Calcul de l'étain déposé par pont

A chaque pas, on calculera le taux d'étain théorique déposé sous chaque pont.

Exemple de configuration

PAS	PONTS No						
	1	2	3	4	5	6	24
1	4500 A 0,5 g/m^2	0	0	0	0	0	0
2	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	0	0	0	0	0
3	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	0	0	0	0

Afin de simplifier l'exemple, on prendra ici pour principe qu'un pont dépose théoriquement 0,5 g/m^2 d'étain sur le métal.

D) Test sur le taux obtenu sous le dernier pont

Une fois le calcul de l'étain déposé effectué, on regardera le taux obtenu sous le dernier pont mis à l'intensité maximale. Deux cas de traitement possible suivant que le taux est supérieur ou inférieur à ce qui l'on vise. Dans les applications numériques cette intensité maximale est prise à 4500 Ampères.

E) Régulation pour taux supérieur au taux visé sinon rajoût d'un pont.

Dans le premier cas, on calculera un courant (IC) de régulation que l'on appliquera sur le dernier pont.

En reprenant l'exemple précédent et en supposant que le taux visé (TV) est de l,8 g/m^2, on s'apercevra lors du pas 4 que le taux calculé (TC = 2 g/m^2) est supérieur au taux visé TV. On calculera alors la correction C.

$$C = TC - TV$$

On en déduira le courant IC nécessaire sur le pont 4 pour obtenir 1,8 g/m^2.

Dans le deuxième cas, on ajoutera des ponts supplémentaires pour arriver au premier cas.

F) Edition des résultats

Quand les calculs sont terminés, on envoie le courant demandé.

Suite de l'exemple précédent (TV = 1,8 g/m^2)

PAS	PONTS No 1	2	3	4	5	6	24
1	4500 A 0,5 g/m^2	0	0	0	0	0	0
2	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	0	0	0	0	0
3	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	0	0	0	0
4	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	2700 A 1,8 g/m^2	0	0	0
5	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	2700 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0	0
6	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	2700 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0
7	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	2700 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0
23	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	2700 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0
24	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	2700 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2
25	4500 A 0,5 g/m^2	4500 A 1 g/m^2	4500 A 1,5 g/m^2	2700 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2	0 A 1,8 g/m^2

G) Changement de pas

Une fois le courant envoyé, on passe au pas suivant :
P + 1

H) Nouvelles données

On prend en compte les nouvelles données.

I) Mesure jauge d'étain

C'est alors qu'intervient la mesure du taux réellement déposé (MJ).
Celui-ci permettra de déterminer le nouveau Rendement Jauge (RJ) qui interviendra dans les calculs au pas suivant.

$$RJ - 3/4 (1 - (MJ/TV))$$

(Le coefficient 3/4 est là pour amortir la correction du rendement).
La mesure réelle du taux déposé n'intervient pas à chaque pas mais a chaque balayage de la jauge.

Revendications

1. Procédé de régulation de la quantité d'un métal déposée par voie électrolytique sur une bande à revêtir défilant en continu dans une installation de dépôt comportant plusieurs réservoirs (1) remplis d'électrolyte, la bande (B) passant sur un rouleau conducteur (3) formant cathode associé à chaque réservoir et le métal de revêtement étant fourni par des barres (6) dudit métal portées par des ponts conducteurs (4,5) formant anodes disposés dans chaque réservoir sur une partie du trajet de la bande dans ledit réservoir, caractérisé en ce qu'il consiste à calculer (51) à chaque déplacement de la bande entre deux ponts successifs, le dépôt de métal sur chaque pont en fonction de l'intensité du courant d'alimentation de ce pont, de la vitesse de la bande et du rendement du pont, à suivre séparément chaque longueur de bande (B) égale à la distance entre deux ponts successifs, en cumulant les dépôts de métal successifs (52), à établir le bilan du dépôt sous le dernier pont débitant du courant (53) afin de déterminer l'intensité nécessaire (55) sous ce pont afin de compléter le dépôt de métal, à déterminer l'intensité globale nécessaire pour obtenir l'intensité désirée sous ce dernier pont (57), et à chaque acquisition (61) d'une mesure

moyenne sur toute la largeur de la bande, à calculer (65) en tenant compte de la distance de transfert, l'écart entre cette valeur moyenne et une valeur de consigne préétablie en déterminant un coefficient correcteur des rendements théoriques du dépôt de métal sous chaque pont.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre les phases consistant à déterminer des courbes expérimentales du rendement en fonction de l'intensité du courant d'alimentation de chaque pont de l'installation, à recueillir (32) des indications relatives aux ponts en service ou hors service, à établir les valeurs analogiques de l'intensité sur chaque pont et de l'intensité maximale du courant sur l'ensemble des ponts, à mesurer la vitesse de défilement de la bande (37), à établir, des valeurs de consigne (39) relatives à la quantité de métal à déposer, à mesurer la quantité globale de métal déposée à l'aide d'une jauge (16, 23) à balayage périodique, à déterminer les moyennes inférieure et supérieure de la quantité de métal mesurée par la jauge (16,23) à chaque balayage et à établir à partir des données précitées un modèle de régulation.

3. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le métal dont on contrôle le dépôt électrolytique est de l'étain, du chrome ou du cuivre.

4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le dépôt électrolytique du revêtement de la bande ayant lieu sur les deux faces de celle-ci, la régulation du dépôt est assurée à partir de données délivrées par une jauge formée de deux cellules (16,23) disposées chacune d'un côté de la bande (B) à la sortie de l'installation de dépôt électrolytique.

5. Dispositif destiné à la mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un convertisseur analogique-numérique, numérique-analogique (30) destiné à recevoir des données analogiques relatives à l'intensité des courants d'alimentation des ponts de l'installation, à la valeur du dépôt de métal mesuré par la jauge (16,23), à la position de celle-ci et à la largeur de la bande (B) à revêtir ainsi qu'aux intensités maximales inférieure et supérieure des courants d'alimentation des ponts et à transmettre ces données sous forme numérique à un microprocesseur (43) auquel est également relié un compteur (37) de la vitesse de défilement de la bande (B) dans l'installation ainsi qu'un circuit d'interface (38) de transmission audit micro-processeur de données (39) relatives aux consignes de taux de métal inférieur et supérieur à obtenir, à la validation de fonctionnement automatique-manuel (41) et à la validation des consignes (42), ledit convertisseur (30) comprenant de plus des sorties analogiques destinées à la transmission, à l'installation d'instructions relatives à l'intensité des courants d'alimentation à appliquer aux ponts de l'installation élaborées par le microprocesseur (43) en fonction des données reçues.

Claims

1. Process for regulating the quantity of a metal electrolytically deposited on a band to be coated continuously travelling through a depositing plant comprising a plurality of tanks (1) filled with electrolyte, the band (8) passing round a conductive roller (3) forming a cathode associated with each tank and the coating metal being supplied by bars (6) of said metal carried by conductive bridges (4, 5) forming anodes and disposed in each tank in a part of the path of the band in said tank, characterized by calculating (51) for each displacement of the band between two successive bridges, the metal deposit of each bridge as a function of the strength of the supply current for said bridge, the velocity of the band and the yield of the bridge, separately following each length of band (8) equal to the distance between two successive bridges in cumulating the successive metal deposits (52), ascertaining the accumulated amount of deposit below the last bridge supplying current (53), so as to determine the required current strength (55) below this bridge to complete the deposit of metal determining the total current strength required for obtaining the desired current strength below said last bridge (57), and upon each acquisition (61) of a mean measurement throughout the width of the band, calculating (65) while taking into account the transfer distance, the difference between said mean value and a pre-established set value with a determination of a coefficient correcting the theoretical yields of the metal deposit below each bridge.

2. Process according to claim 1, characterized by also comprising the phases consisting of determining experimental curves of the yield as a function of the supply current strength of each bridge of the plant, collecting (32) indications relating to the bridges in operation or out of operation, establishing the analog values of the current strength in respect of each bridge and of the maximum strength of the current relating to all of the bridges, measuring the velocity of the travel of the band (37), establishing set values (39) relating to the quantity of metal to be deposited, measuring the total quantity of metal deposited by means of a gauge (16, 23) having a periodic scanning, determining the upper and lower means of the quantity of metal measured by the gauge (16, 23) in each scan, and establishing a regulation model from the aforementioned data.

3. Process according to either of the claims 1 and 2, characterized in that the metal whose electrolytic deposition is controlled is tin, chromium or copper.

4. Process according to any one of the claims 1 to 3, characterized in that the electrolytic deposit of the coating of the band occurs on both sides thereof and the regulation of the deposit is achieved from data delivered by a gauge comprising two cell (16, 23) each disposed on a respective side of the band (8) at the outlet of the electrolytic deposition plant.

5. Device for carrying out the process according to any one of the preceding claims, characterized in that it comprises an analog-digital, digital-analog converter (30) for receiving analog data relating to the strength of the supply currents of the bridges of the plant, to the value of the metal deposit measured by the gauge (16, 23), to the position of the gauge, to the width of the band (8) to be coated, and to the lower and upper maximum strengths of the supply currents of the bridges, and transmitting said data in the digital form to a microprocessor to which there is also connected a counter (37) of the velocity of the travel of the band (8) in the plant, and an interface circuit (38) for transmitting to said microprocessor (39) data relating to the lower and upper set values of the metal depositing rate, to the validation of the automatic-manual operation (41) and to the validation of the set values, said converter (30) further comprising analog outputs for transmitting to the plant instructions relating to the strength of the supply currents to be applied to the bridges of the plant created by the microprocessor (43) as a function of the data received thereby.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Menge eines Metalls, welches auf elektrolytischem Wege auf einem zu überziehenden Band abgeschieden wird, welches kontinuierlich in einer mehrere mit Elektrolyten gefüllte Behälter (1) umfassenden Abscheidevorrichtung vorbeiläuft, wobei das Band (B) über eine Leiterrolle (3) verläuft, welche eine einem jeden Behälter zugeordnete Kathode bildet, und das Überzugsmetall durch Stäbe (6) dieses Metalls geliefert wird, welche von Anoden bildenden Leiterbrücken (4, 5) getragen werden, welche in einem jeden Behälter über einen Teil der Bewegungsbahn des Bandes in dem Behälter hinweg angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß es darin besteht, an jeder Verschiebung des Bandes zwischen zwei aufeinanderfolgenden Brücken die Abscheidung des Metalles an jeder Brücke in Abhängigkeit von der Speisestromstärke dieser Brücke, der Geschwindigkeit des Bandes und dem Wirkungsgrad der Brücke zu berechnen (51), getrennt jede Länge des Bandes (B), die gleich dem Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Brücken ist, zu verfolgen, indem die aufeinanderfolgenden Abscheidungen des Metalls aufsummiert werden (52), die Bilanz der Abscheidung unter der letzten stromgebenden Brücke zu erstellen (53), um die Stromstärke zu bestimmen (55), die unter dieser Brücke notwendig ist, um die Abscheidung des Metalls zu vervollständigen, die Gesamtstromstärke zu bestimmen, die notwendig ist, um die gewünschte Stärke unter der letzten Brücke zu erhalten (57) und, bei jeder Erfassung (61) einer mittleren Messung über die Gesamtbreite des Bandes, unter Berücksichtigung der Transferstrecke, die Abweichung zu berechnen (65) zwischen diesem Mittelwert und einem Einstellwert, der erstellt wurde, indem ein Korrekturkoeffizient der theoretischen Abscheidwirkungsgrade des Metalls unter einer jeden Brücke bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner die Phasen aufweist, die darin bestehen, experimentelle Wirkungsgradkurven in Abhängigkeit von der Speisestromstärke einer jeden Brücke der Einrichtung zu bestimmen, Angaben in Bezug auf in Betrieb und außer Betrieb befindliche Brücken zu sammeln (32), Analogwerte der Stromstärke an jeder Brücke und der Maximalstromstärke an der Gesamtheit der Brücken zu erstellen, die Vorbeilaufgeschwindigkeit des Bandes zu messen (37), Einstellwerte in Bezug auf die Menge des abzuscheidenden Metalls zu erstellen (39), die Gesamtmenge des abgeschiedenen Metalls mittels einer periodisch abfragenden Lehre (16, 23) zu messen, das untere und obere Mittel der mit der Lehre (16, 23) bei jeder Abfrage gemessenen Metallmenge zu bestimmen und ausgehend von den oben genannten Daten ein Regelmodell zu erstellen.

3. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall, dessen elektrolytische Abscheidung geregelt wird, Zinn, Chrom oder Kupfer ist.

4. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrolytische Abscheidung des Überzuges des Bandes auf beiden Seiten desselben stattfindet, daß die Regelung der Abscheidung anhand von Daten erfolgt, die von einer aus zwei Zellen (16, 23) gebildeten Lehre geliefert werden, von denen jede auf einer Seite des Bandes (B) am Ausgang der Einrichtung zur elektrolytischen Abscheidung angeordnet ist.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach irgendeinem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen Analog-Digital-Analogwandler (30) umfaßt, der für einen Erhalt von Analogdaten in Bezug auf die Speisestromstärken der Brücken der Einrichtung, den durch die Lehre (16, 23) gemessenen Metallabscheidungswert, die Lage derselben und die Breite des zu überziehenden Bands (B) sowie der oberen und unteren maximalen Speisestromstärken der Brücken und für eine Übertragung dieser Daten in digitaler Form auf einen Mikroprozessor (43) bestimmt ist, an den auch ein Zähler (37) für die Vorbeilaufgeschwindigkeit des Bandes (B) in der Einrichtung sowie eine Interface-Schaltung (38) zur Übertragung von Daten (39) in Bezug auf die zu gewinnenden oberen und unteren Metallmengeneinstellwerte, die Validierung des Arbeitens automatisch-manuell (41) und die Validierung der Einstellwerte (42), wobei der Wandler (30) darüber hinaus Analogausgänge zur Übertragung von Befehlen in Bezug auf die an die Brücken der Einrichtung anzulegenden Speisestromstärke, die durch den Mikroprozessor (43) in Abhängigkeit von den erhaltenen Daten erstellt wurden, auf die Einrichtung umfaßt.

FIG.1

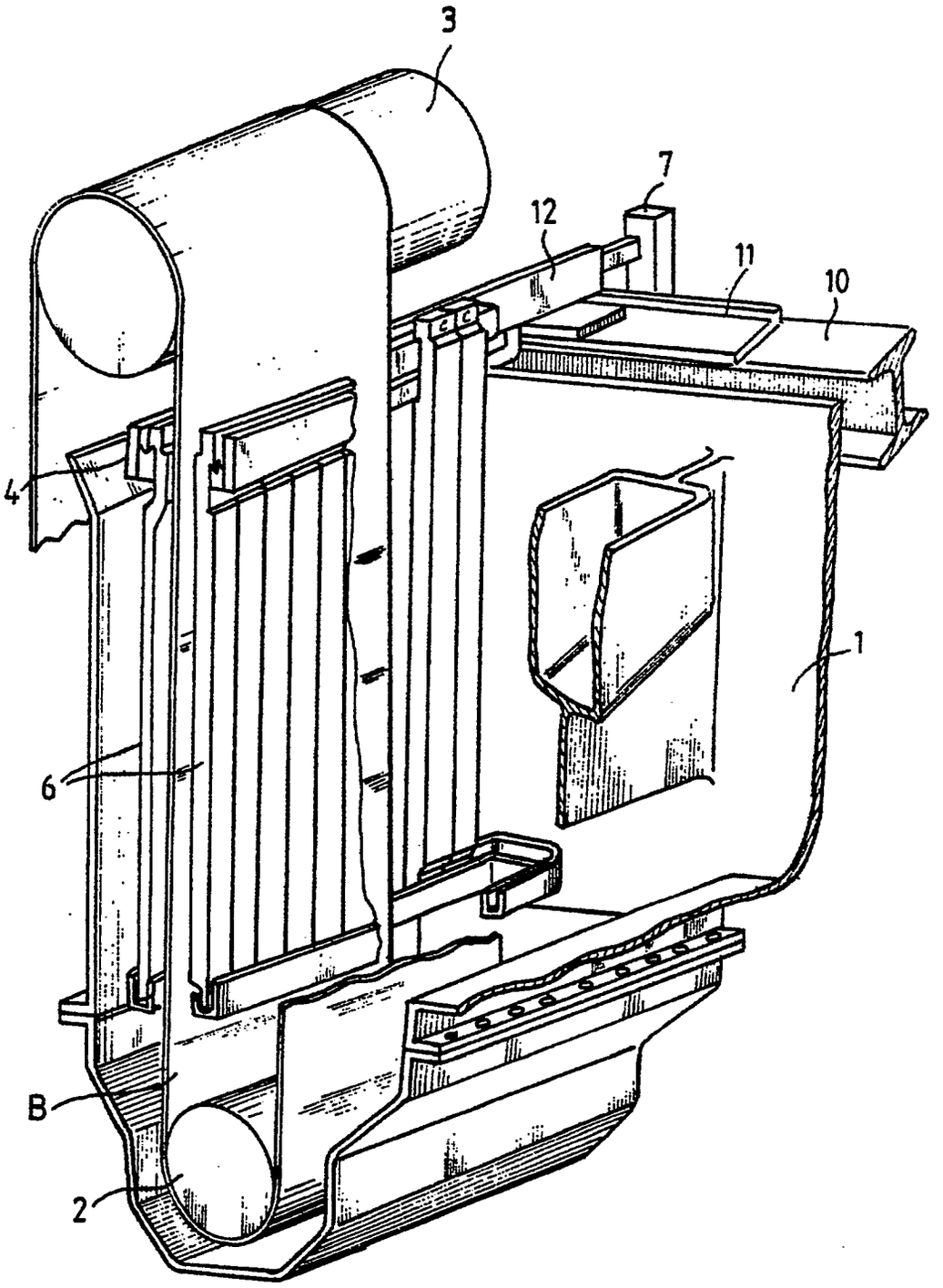


FIG.2

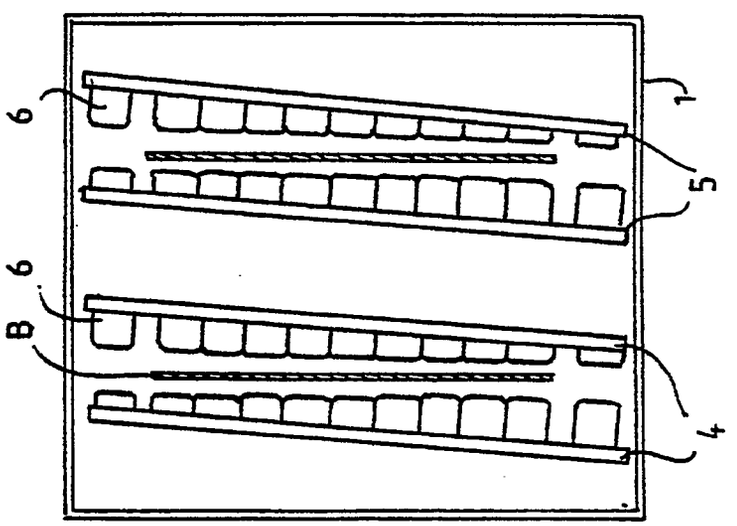
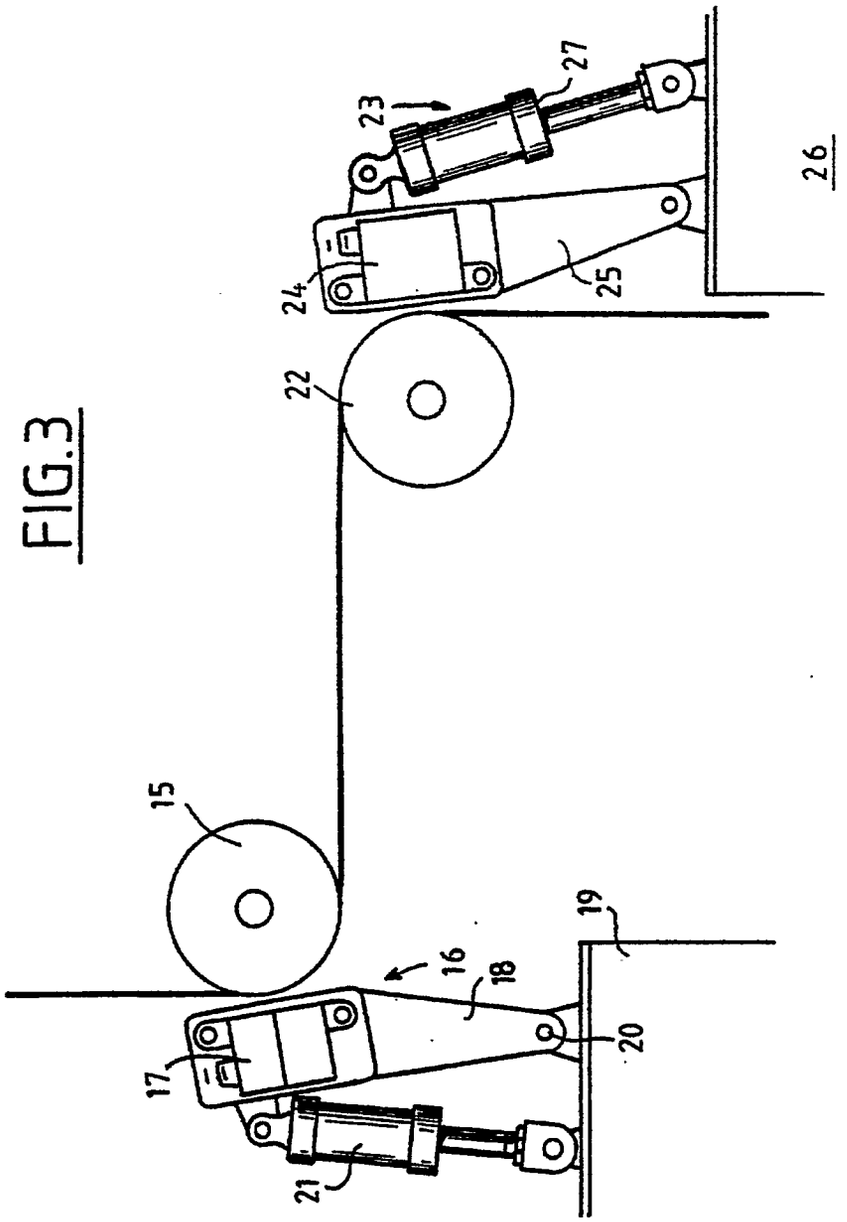


FIG.3



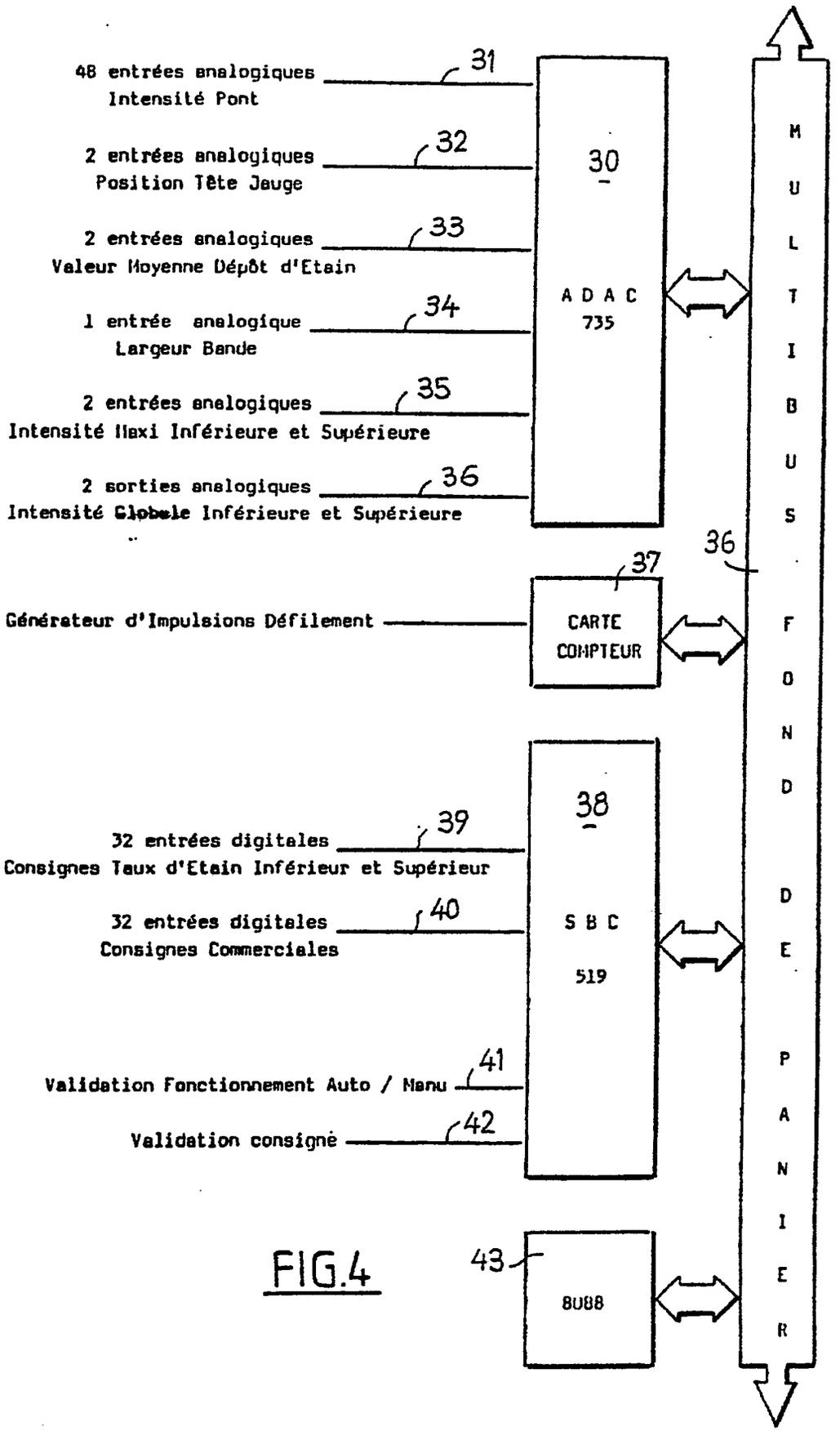

48 entrées analogiques
Intensité Pont
31
2 entrées analogiques
Position Tête Jauge
32
2 entrées analogiques
Valeur Moyenne Dépôt d'Etain
33
1 entrée analogique
Largeur Bande
34
2 entrées analogiques
Intensité Maxi Inférieure et Supérieure
35
2 sorties analogiques
Intensité Globale Inférieure et Supérieure
36
30
ADAC
735
Générateur d'Impulsions Défilement
37
CARTE
COMPTEUR
36
38
32 entrées digitales
Consignes Taux d'Etain Inférieur et Supérieur
39
32 entrées digitales
Consignes Commerciales
40
SBC
519
Validation Fonctionnement Auto / Manu
41
Validation consigne
42
43
8088
MULTIBUS
FOND
DE
PANIER

FIG.4

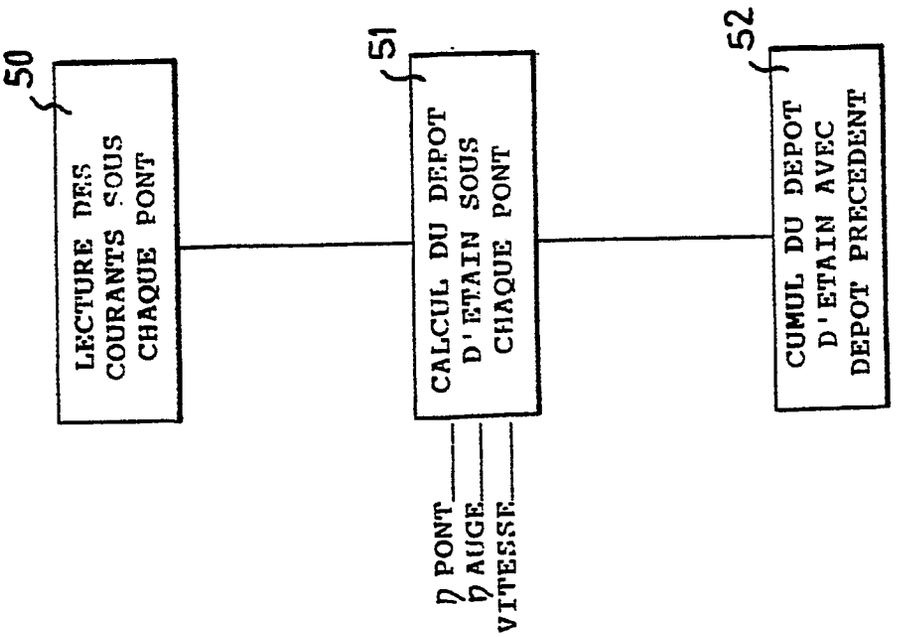
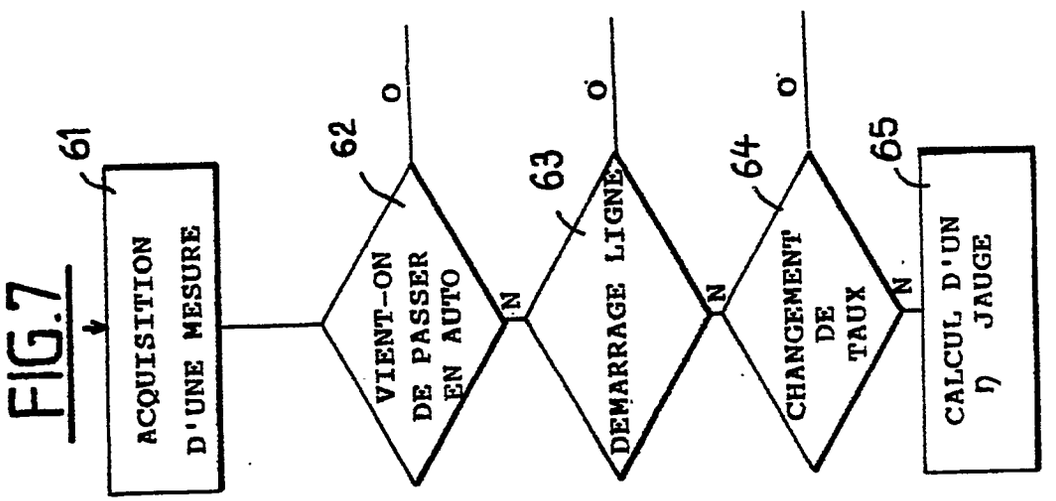

50
LECTURE DES COURANTS SOUS CHAQUE PONT
51
CALCUL DU DEPOT D'ETAIN SOUS CHAQUE PONT
52
CUMUL DU DEPOT D'ETAIN AVEC DEPOT PRECEDENT
PONT
AUGE
VITESSE

FIG.5

FIG.7


61
ACQUISITION D'UNE MESURE
62
VIENT-ON DE PASSER EN AUTO
63
DEMARRAGE LIGNE
64
CHANGEMENT DE TAUX
65
CALCUL D'UN JAUGE
O
N

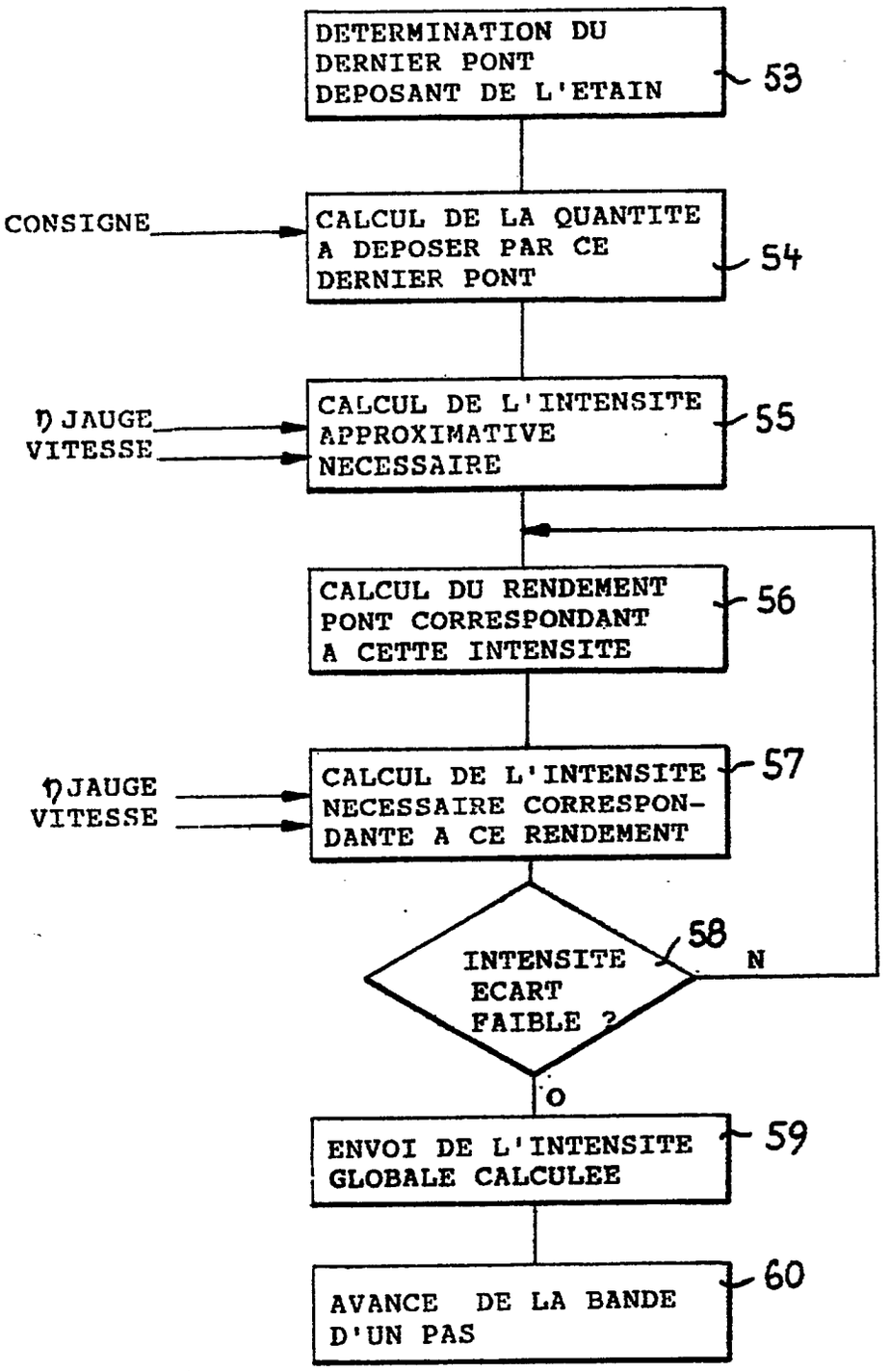
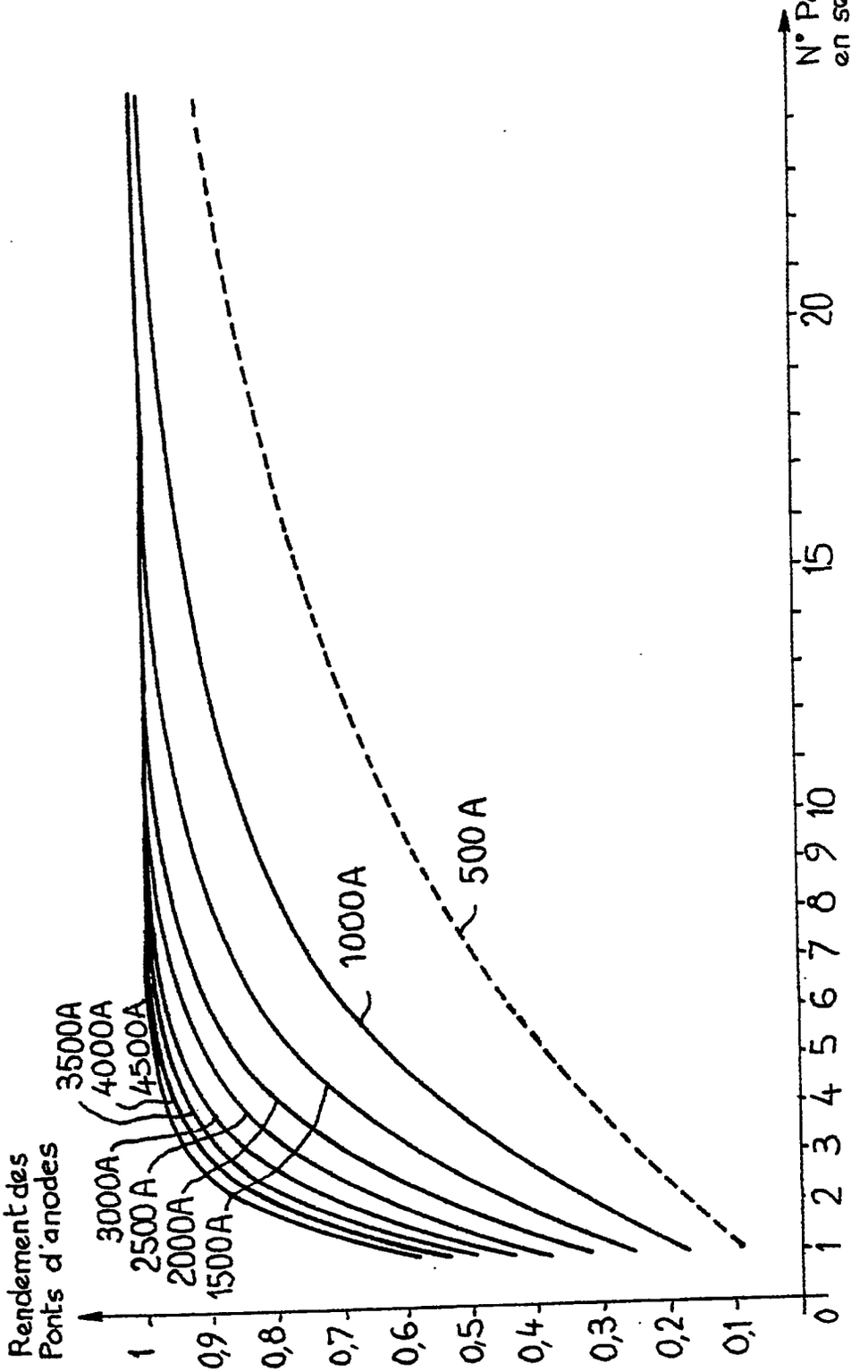

DETERMINATION DU DERNIER PONT DEPOSANT DE L'ETAIN
53
CONSIGNE
CALCUL DE LA QUANTITE A DEPOSER PAR CE DERNIER PONT
54
ηJAUGE
VITESSE
CALCUL DE L'INTENSITE APPROXIMATIVE NECESSAIRE
55
CALCUL DU RENDEMENT PONT CORRESPONDANT A CETTE INTENSITE
56
ηJAUGE
VITESSE
CALCUL DE L'INTENSITE NECESSAIRE CORRESPONDANTE A CE RENDEMENT
57
INTENSITE ECART FAIBLE ?
58
N
O
ENVOI DE L'INTENSITE GLOBALE CALCULEE
59
AVANCE DE LA BANDE D'UN PAS
60

FIG.6

FIG.8


Rendement des Ponts d'anodes
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15 20
N° Pont en service
3500A
4000A
4500A
3000A
2500A
2000A
1500A
1000A
500A