

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 458 488

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 14451

(54) Procédé et dispositif de déplacement de substances solides.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 65 G 27/10; H 03 K 3/57.

(22) Date de dépôt 6 juin 1979, à 15 h 21 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 1 du 2-1-1981.

(71) Déposant : GOSUDARSTVENNY SOJUZNY ZAVOD PO MEKHANICHESKOI I KHIMICHESKOI
OCHISTKE KOTLOAGREGATOV « KOTLOOCHISTKA », résidant en URSS.

(72) Invention de : I. A. Levin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

L'invention concerne le domaine de la manutention, et notamment les procédés et dispositifs de déplacement des substances solides divisées.

5 L'invention peut être appliquée au transport par convoyeurs et par conduites, aux travaux de déchargement et chargement de matériaux pulvérulents, et à la suppression des accrochages des matériaux pulvérulents dans les trémies.

10 On connaît un procédé de manutention de substances, consistant à les déplacer par l'action d'un champ magnétique glissant, et un dispositif, pour réaliser ce procédé, comprenant une conduite de transport autour de laquelle sont montées des bobines d'induction, réparties suivant la longueur de la conduite et raccordées à une source de courant, et un conteneur équipé d'un circuit magnétique interne.

Le déplacement des substances par ce procédé consomme beaucoup d'énergie électrique. Le dispositif est de conception compliquée.

15 On connaît aussi un procédé de déplacement de substances suivant une surface porteuse, animée par des déformations élastiques.

20 Le dispositif mettant en oeuvre ce procédé comprend une surface porteuse inclinée et un moyen y engendrant des déformations élastiques à l'aide de vibreurs électromagnétiques dont les armatures sont fixées à la surface porteuse.

25 On connaît aussi un autre procédé de déplacement de substances suivant une surface porteuse, fondé sur la production de déformations élastiques dans cette surface obtenues en lui imprimant des vibrations fondamentales à basse fréquence et des vibrations périodiques à haute fréquence. Le dispositif mettant en oeuvre ce procédé comprend un moyen imprimant à la surface porteuse inclinée des vibrations à basse et à haute fréquences, qui y engendrent des déformations élastiques.

30 Les procédés connus, fondés sur la production de déformations élastiques dans une surface porteuse, et les dispositifs les mettant en oeuvre, consommant une grande puissance. Les dispositifs sont de conception complexe et de basse fiabilité.

35 L'invention vise un procédé et un dispositif de déplacement de substances solides divisées réduisant notablement la puissance absorbée, simple et fiable, assurant la conservation de la surface porteuse, dans lesquels on applique à la surface porteuse des impulsions mécaniques localisées, isolées ou individualisées et espacées ou réparties.

Selon une variante, on applique les impulsions mécaniques par groupes, en plusieurs points de la surface porteuse et en synchronisme.

Selon une autre variante, on engendre les impulsions mécaniques par des impulsions de champ électromagnétique.

5 Selon encore une autre variante, chacune des impulsions mécaniques présente des caractéristiques en dent de scie du type dit "à front raide".

Avantageusement, la durée d'une impulsion mécanique isolée se situe sensiblement dans l'intervalle de 10^{-5} à 10^{-2} s, et la durée des pauses ou repos entre les impulsions mécaniques consécutives est environ de 100 à 10 000 fois plus grande que la durée d'une impulsion isolée.

10 Selon une variante préférée, l'énergie pour chaque impulsion mécanique isolée est accumulée pendant la pause la précédant immédiatement.

Selon l'invention, le dispositif pour le déplacement de substances solides sur une surface porteuse, comprend une source d'énergie, un moyen pour la production de déformations dans cette surface porteuse inclinée, 15 réalisé sous la forme d'un élément électroconducteur et d'un inducteur électromagnétique disposés tout près l'un de l'autre, l'inducteur étant relié à une source d'énergie par l'intermédiaire d'un interrupteur connecté à un commutateur et par l'intermédiaire d'un système accumulateur d'énergie 20 électrique à établissement rapide ou à front raide de courant.

Selon une variante, au moins deux inducteurs électromagnétiques placés côte à côte sont associés en série et forment une source cohérente d'impulsions mécaniques, connectée à l'accumulateur d'énergie électrique précité par l'intermédiaire de l'interrupteur.

25 Préférenciellement, l'interrupteur est un thyristor dont l'électrode de commande est connectée au commutateur précité.

Il est avantageux que l'élément électroconducteur soit une plaque interposée entre la surface porteuse et l'inducteur électromagnétique.

L'invention permet d'abaisser notablement la puissance maximum absorbée, 30 grâce à l'accumulation d'énergie durant les pauses entre les impulsions mécaniques isolées, l'énergie accumulée étant ensuite dépensée pour engendrer l'impulsion suivante. La puissance d'une impulsion mécanique isolée est déterminée par la formule :

$$N_1 = N_2 \cdot \eta \frac{\tau + T}{\tau}, \quad (I)$$

N_2 étant la puissance de la source d'énergie extérieure

η " le rendement du dispositif ;

τ " la durée d'une impulsion mécanique isolée ;

T " la durée de la pause entre deux impulsions mécaniques isolées consécutives.

5

Ainsi, pour $\tau = 10^{-2}$ s, $T = 1$ s et $\eta = 0,9$, N_1 vaut 90 fois N_2 .

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

10

- la figure 1 représente la forme d'une impulsion mécanique localisée, isolée, selon l'invention ;

15

- la figure 2 représente une partie de la surface porteuse, portant la substance à déplacer, quand les particules de cette substance se séparent de la surface porteuse, première phase du processus de séparation, selon l'invention ;

20

- la figure 3 représente une partie de la surface porteuse et la substance à déplacer, quand les particules de cette substance se séparent de la surface porteuse, deuxième phase du processus de séparation ;

- la figure 4 représente une partie de la surface porteuse et la substance à déplacer, quand les particules de cette substance se séparent de la surface porteuse, troisième phase du processus de séparation ;

25

- la figure 5 est un schéma expliquant le déplacement de la substance, selon l'invention ;

- la figure 6 est un schéma de principe d'un dispositif pour le déplacement de substances selon l'invention ;

- la figure 7 représente le schéma d'une variante du dispositif pour le déplacement de substances ;

30

- la figure 8 représente en coupe verticale une trémie équipée conformément à l'invention ;

- la figure 9 représente un camion dont la benne basculante est équipée d'un inducteur électromagnétique, conforme à l'invention ;

- la figure 10 représente la section X-X de la figure 9.

35

Dans le procédé de déplacement de substances solides divisées suivant une surface porteuse selon l'invention, on engendre dans la surface porteuse

une (ou des) déformation (s) élastiques (s) en lui appliquant des impulsions mécaniques localisées isolées, réparties sur la surface.

La forme optimale de chacune de ces impulsions est celle d'une dent de scie, montrée en figure 1, où F est la force impulsienne et τ la durée de l'impulsion (le temps t est en abscisse).

Quand une impulsion mécanique est appliquée à la surface porteuse, une onde de compression prend naissance dans les zones d'application de la force impulsienne F (figure 2) et se propage en profondeur dans le système constitué par la surface porteuse 1 (figure 3) et la couche de substance à déplacer 2. Quand cette onde de compression est réfléchiée par la surface libre (supérieure) de la substance 2, elle se transforme en onde d'extension qui, en se déplaçant en profondeur dans la substance 2 (figure 4), provoque le décollement de la couche 2 de la surface porteuse 1.

Sur la figure 3 on a adopté les notations suivantes :

G_1 = contrainte normale de compression provoquée par l'application d'une impulsion mécanique, locale, isolée ;

λ_1 = zone de compression dans la surface porteuse 1,

Sur la figure 4 on a adopté les notations suivantes :

G_2 = contrainte normale d'extension provoquée par la réflexion d'une onde de compression par la surface libre, supérieure, de la substance 2 ;

λ_2 = zone d'extension dans la substance 2.

Les éléments de la substance 2 (figure 5) se décollent de la surface porteuse 1 et sont propulsés dans la direction d'action de l'impulsion mécanique, locale, isolée, considérée. Quand un élément de la substance 2 retombe sans l'action de la pesanteur sur la surface inclinée porteuse 1, il est déplacé dans le sens de l'inclinaison de la surface porteuse 1 et arrive dans la zone d'action d'une impulsion mécanique locale isolée suivante. Le processus se répète jusqu'à ce que toute la substance 2 ait quitté la surface porteuse 1. La déformation élastique peut être engendrée dans la surface porteuse en lui appliquant en plusieurs points un groupe d'impulsions mécaniques synchronisés. Les points ou zones où sont appliquées, en synchronisme, les impulsions mécaniques d'un groupe, doivent se trouver les uns des autres à une distance telle que l'amplitude résultante des impulsions mécaniques soit partout suffisante pour que la substance 2 se décolle de la surface porteuse 1, et la distance entre

deux groupes agissant en synchronisme doit être telle que partout l'amplitude de l'impulsion mécanique résultant soit suffisante pour décoller la substance 2 de la surface porteuse 1. L'application d'impulsions en synchronisme provoque des interférences des ondes de déformation de la surface porteuse, ce qui permet d'élargir la zone d'action simultanée sur la substance à déplacer.

Pour engendrer les impulsions mécaniques, locales ou localisées, isolées, il faut appliquer à la surface porteuse une force impulsionnelle exerçant, sans choc et avec peu d'inertie, une action rapide, ne provoquant pas l'apparition de fortes contraintes de contact. On ne peut donc utiliser que des moyens d'actions indépendants de déplacements de masses.

Ce peut être l'application d'impulsions de champ électromagnétique.

On a trouvé que l'efficacité d'action sur la substance est maximale quand la durée de l'impulsion ne dépasse pas le quart de la période d'oscillation propre de la surface porteuse. Pour des structures, existantes, ayant une fréquence d'oscillation propre ne dépassant pas 30 Hz, la durée de l'impulsion ne doit pas dépasser 10^{-2} s. L'amplitude d'une impulsion mécanique locale, isolée et l'accélération des points de la surface porteuse 1 issues de l'application d'une telle impulsion sont suffisantes pour décoller la substance 2 à déplacer de la surface 1 porteuse.

La contrainte de cisaillement entre la surface porteuse 1 et la substance 2 à déplacer produite par la flexion de la surface porteuse 1 quand les ondes de déformation provenant d'impulsions s'y propagent, abaisse l'accélération qu'il faut imprimer aux points choisis de la surface porteuse. L'amplitude d'une impulsion mécanique locale isolée ne doit pas dépasser une valeur faisant apparaître dans la surface porteuse des contraintes correspondant à la limite de fatigue ou à la résistance sous charge cyclique du matériau constituant la surface porteuse 1. Compte tenu de ce qui vient d'être dit, la durée d'une impulsion mécanique, locale, isolée doit être d'au moins 10^{-5} s.

Durant la pause ou le repos du dispositif entre deux impulsions mécaniques locales, isolées successives, de l'énergie est accumulée pour l'impulsion suivante. Ceci permet de produire des impulsions dont la puissance est d'un grand nombre de fois plus grande que la puissance moyenne absorbée pour produire une impulsion mécanique isolée.

La durée de la pause entre deux impulsions mécaniques, locales, isolées,

consécutives est de 100 à 10 000 fois plus grande que la durée de l'impulsion elle-même. Une pause de durée moindre n'assure pas une diminution appréciable de la puissance absorbée et ne permet pas de produire des impulsions mécaniques de l'amplitude nécessaire. Une pause plus longue augmente d'une manière injustifiée la durée du déplacement de la substance 2 et de libération de la surface porteuse 1.

Le dispositif pour le déplacement de substances selon l'invention comprend au moins un inducteur électromagnétique 3 (figure 6) et un élément électroconducteur 4, disposés tout près l'un de l'autre. L'inducteur électromagnétique 3 est constitué par exemple par quelques spires de fil enfermées dans un boîtier réalisé en substance(s) diélectrique(s).

L'élément électroconducteur 4 est une plaque en un matériau à haute conductivité électrique, par exemple cuivre ou aluminium, et il est interposé entre l'inducteur 3 et la surface porteuse 1 et lié à cette surface 1.

Plusieurs inducteurs électromagnétiques 3 peuvent être disposés le long de la surface porteuse 1.

Les inducteurs électromagnétiques 3 sont alimentés en énergie électrique par une source 7 par l'intermédiaire de thyristors 5 et d'un système 6 accumulateur d'énergie électrique fournissant un courant à croissance à front raide.

L'accumulateur 6 d'énergie électrique comprend par exemple un condensateur 8 et un dispositif ou circuit 9 de recharge de ce condensateur 8.

Le dispositif 9 peut comporter, par exemple, un redresseur 10 et un transformateur 11 élévateur de tension.

Les électrodes de commande des thyristors 5 sont connectées à un commutateur 12, comprenant un générateur 13 d'impulsions, un dispositif 14 de commutation circulaire et de décalage et un amplificateur 15 d'impulsions.

Si la surface porteuse 1 est réalisée en un matériau électroconducteur, les éléments électroconducteurs 4 peuvent être supprimés, les inducteurs 3 agissant directement sur la surface 1, éventuellement segmentée.

La figure 7 représente un exemple d'une variante du dispositif pour le déplacement de substances, dans laquelle trois inducteurs électromagnétiques 3, placés côte à côte, sont couplés électriquement et constituent une source cohérente 16 d'impulsions mécaniques, connectée par l'intermédiaire d'un

seul thyristor 5 à l'accumulateur 6 d'énergie électrique.

La figure 8 représente la coupe verticale d'une trémie 17, remplie de substance 2, sur la surface porteuse 1 de laquelle sont fixés à l'aide de supports 18, des inducteurs électromagnétiques 3 et des

5

La figure 9 représente un camion 19 à benne basculante 20, à la partie inférieure de laquelle est fixé un inducteur électromagnétique 3. Il est avantageux que cet inducteur 3 soit situé dans la zone de la benne 20 se trouvant près de la cabine, c'est-à-dire celle qui est la plus soulevée lors de la vidange de la benne.

10

L'inducteur électromagnétique 3 est fixé à la benne 20 à l'aide d'un support 18 (figure 10).

Le dispositif selon l'invention fonctionne de la façon suivante. Il est applicable notamment à des substances solides divisées, par exemple pulvérulentes ou granulées, plus ou moins cohérentes ou collantes.

15

Quand il est mis sous la tension de la source 7 d'énergie, (figures 6, 7) le condensateur 8 se charge. Quand le commutateur 12 applique un signal à l'électrode de commande de l'un des thyristors 5, ce thyristor devient passant et le condensateur 8 se décharge dans l'inducteur ou les inducteurs électromagnétique(s) 3 correspondant(s). L'impulsion de courant de décharge parcourt les spires de fil de l'inducteur électromagnétique 3 et engendre un champ électromagnétique impulsif, qui induit un courant secondaire impulsif dans l'élément électroconducteur 4.

20

L'impulsion de courant de décharge dans un inducteur 3 réagit avec l'impulsion de courant secondaire induit dans l'élément correspondant et provoque la répulsion de l'élément électroconducteur 4, et de la surface porteuse 1 qui lui est liée, par rapport à l'inducteur électromagnétique 3 considéré comme fixe. Une impulsion mécanique locale, isolée, se trouve ainsi engendrée dans l'épaisseur de la surface 1. Cette impulsion provoque une déformation élastique de la surface porteuse 1 avec une grande inertie qui sollicite la couche ou masse de substance 2 de façon à l'écarter de la surface porteuse 1, et la décolle de cette surface 1. En retombant sur la surface porteuse 1 sous l'action de son poids, la substance 2 se déplace selon l'inclinaison de la surface porteuse 1 et arrive, par exemple, dans la zone d'action d'un inducteur électromagnétique 3 suivant. Ensuite, le processus se répète jusqu'à ce que la surface porteuse 1 soit complètement libérée

25

30

35

de la substance 2.

La séquence de branchement et donc de mise en action des inducteurs électromagnétiques 3 est imposée par le commutateur 12. Le générateur 13 d'impulsions élabore une suite continue d'impulsions de tension, qui
5 attaquent le dispositif 14 de commutation 4 de décalage, puis sont amplifiées par l'amplificateur 15. Avant le commencement du fonctionnement, la première sortie du dispositif 14 est à l'état logique "1" ou "passant", tandis que toutes les autres sorties sont à l'état logique "0" ou "bloqué"; ceci correspond à la mise à l'état passant du thyristor 5 relié à la première
10 sortie du dispositif 14. Après l'arrivée de la première impulsion venant du générateur 13 d'impulsions, l'état logique "1" se déplace et passe à la deuxième sortie, de sorte qu'à l'arrivée de la seconde impulsion du générateur 13, le thyristor 5 relié à la deuxième du dispositif 14 est à l'état passant, puis l'état logique "1" poursuit son décalage.

15 Pour le branchement simultané, en synchronisme, de plusieurs inducteurs électromagnétiques 3 (figure 7), on les associe en sources cohérentes 16 d'impulsions mécaniques, chacune desquelles est commandée par son thyristor 5 propre. Le branchement en synchronisme de plusieurs inducteurs électromagnétiques 3 produit des interférences entre les déformations
20 élastiques dans la surface porteuse 1, ce qui élargit la zone d'action mécanique concomittante sur la substance 2.

L'utilisation du dispositif pour déplacer des substances dans une trémie 17 (figure 8) permet d'exclure les accrochages ou collages de la substance dans la trémie 17 et d'assurer un débit continu de cette substance.

25 En fixant des inducteurs électromagnétiques 3 à la benne 20 d'un camion 19 à benne basculante, on facilite le déchargement de la substance se trouvant dans la benne 20 et on exclut son collage aux parois en particulier au fond de la benne 20.

30 Le fonctionnement du dispositif en régime impulsionnel, discontinu, permet d'accumuler, pendant la pause entre deux impulsions successives, de l'énergie qui sera dépensée par l'impulsion suivante, ce qui permet d'abaisser la puissance fournie par la source extérieure d'énergie, tout en augmentant l'efficacité de l'action mécanique sur la surface porteuse 1.

35 L'emploi dans le dispositif d'inducteurs électromagnétiques 3 et d'éléments électroconducteurs 4 de conception simple, fonctionnant sans défaillance, simplifie considérablement la conception du dispositif et

accroît sa fiabilité.

5 Il est évidemment possible de régler les paramètres caractérisant une impulsion mécanique isolée, les groupes d'impulsions mécaniques, leur(s) succession(s) dans le temps, leur(s) répartition(s) dans l'espace sur ou dans la surface 1 par action sur les caractéristiques mécaniques et électriques des éléments inhérents et d'assurer ainsi la conservation parfaite de la surface porteuse pendant toute sa durée de service.

10 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leur combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

REVENDICATIONS

1. Procédé de déplacement de substances solides divisées suivant une surface porteuse, comportant la production de déformations élastiques dans cette surface porteuse, caractérisé en ce que l'on applique à la surface porteuse des impulsions mécaniques locales, isolées, espacées ou réparties.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les impulsions mécaniques sont engendrées par groupes, en synchronisme, en plusieurs points de la surface porteuse.

3. Procédé selon une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les impulsions mécaniques sont engendrées par des impulsions de champ électromagnétique.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque impulsion mécanique présente une caractéristique en une dent de scie.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la durée d'une impulsion mécanique isolée se situe dans l'intervalle de 10^{-5} à 10^{-2} s, et en ce que la durée des pauses ou repos entre les impulsions mécaniques isolées consécutives est de 100 à 10 000 fois plus grande que la durée de l'impulsion mécanique elle-même.

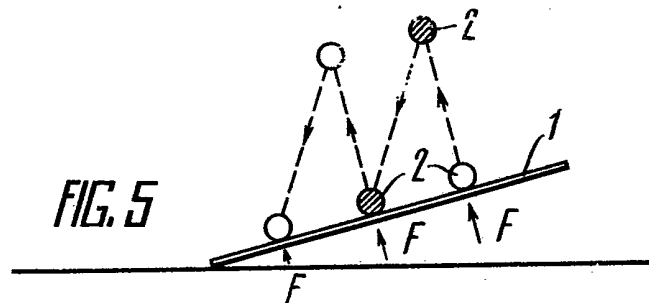
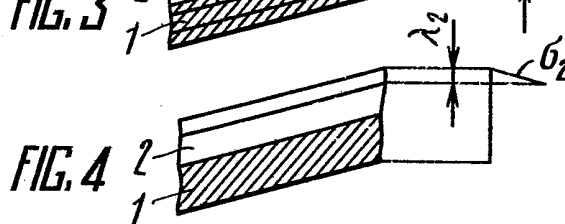
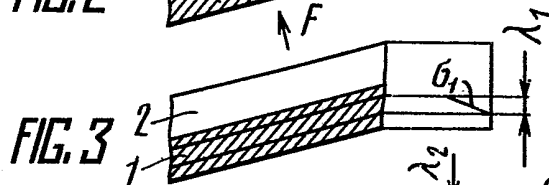
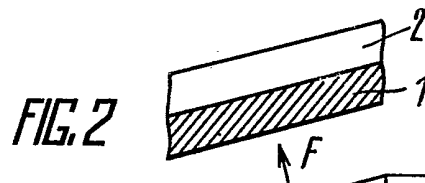
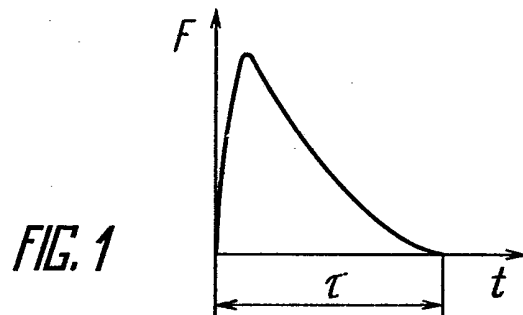
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que l'énergie pour chaque impulsion mécanique isolée est accumulée pendant la pause la précédant immédiatement.

7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 6, comportant une source d'énergie et un moyen pour la production de déformations dans la surface porteuse inclinée, caractérisé en ce que ce moyen est réalisé sous la forme d'un élément électroconducteur et d'un inducteur électromagnétique disposés tout près l'un de l'autre, l'inducteur étant relié à une source d'énergie par l'intermédiaire d'un interrupteur connecté à un commutateur, et par l'intermédiaire d'un accumulateur d'énergie électrique.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'au moins deux inducteurs électromagnétiques placés côte à côte sont associés en série et forment une source cohérente d'impulsions mécaniques, connectée à l'accumulateur d'énergie électrique par l'intermédiaire de l'interrupteur.

9. Dispositif selon l'une des revendications 7 et 8 caractérisé en ce que l'interrupteur est un thyristor dont l'électrode de commande est connectée au commutateur.

5 10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9 caractérisé en ce que l'élément électroconducteur est une plaque interposée entre la surface porteuse inclinée et l'inducteur électromagnétique correspondant.



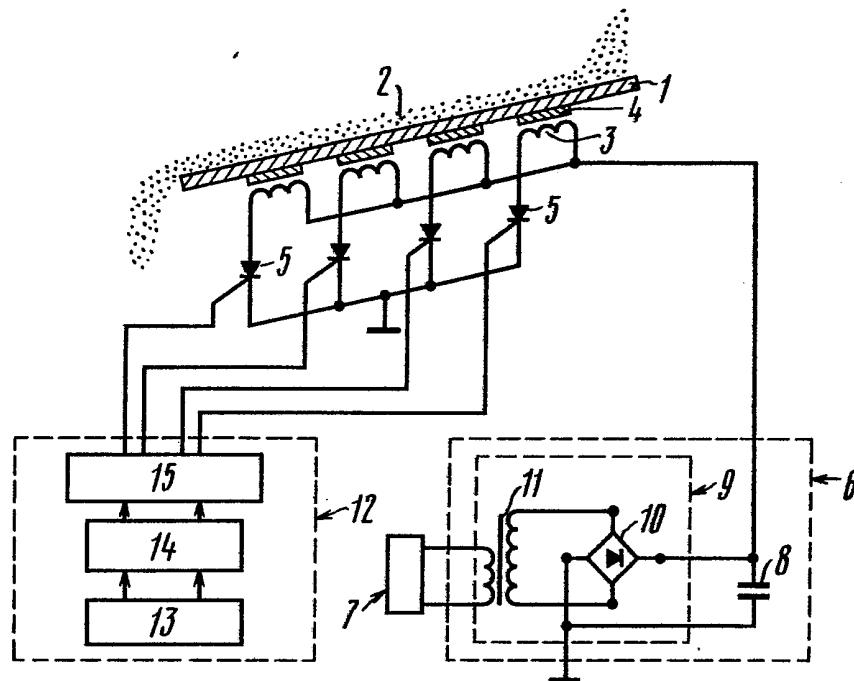


FIG. 6

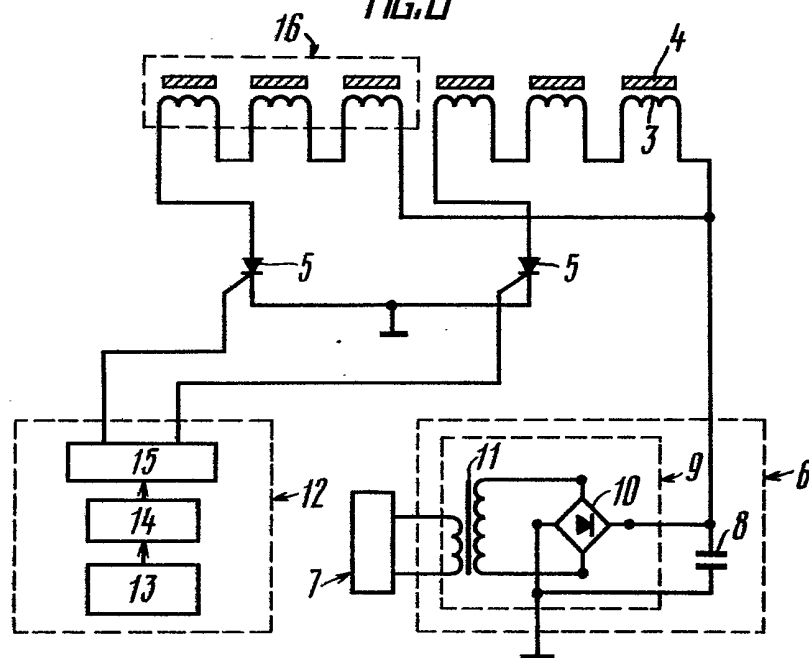


FIG. 7

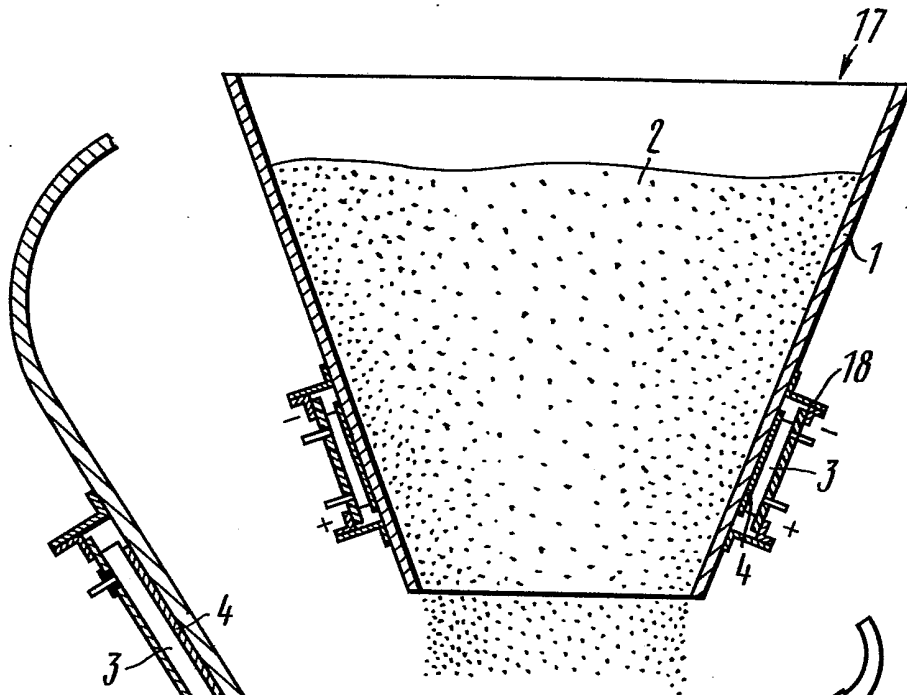


FIG. 8

FIG. 10

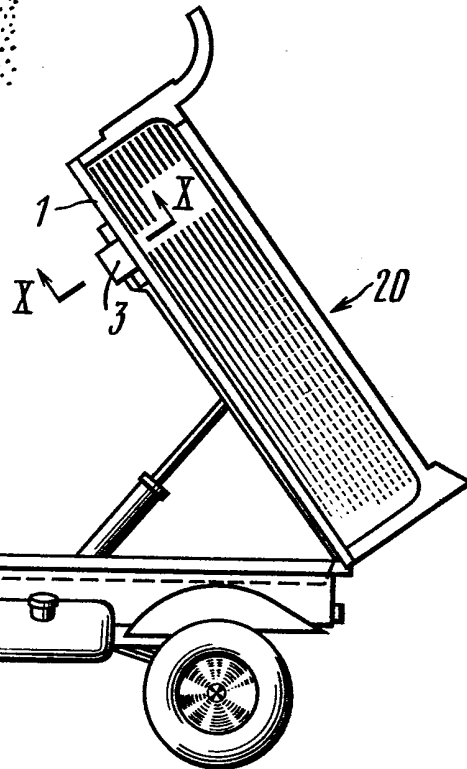
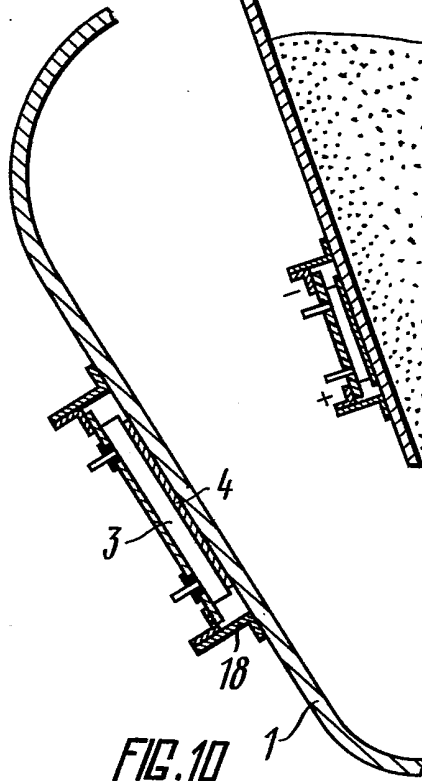


FIG. 9