



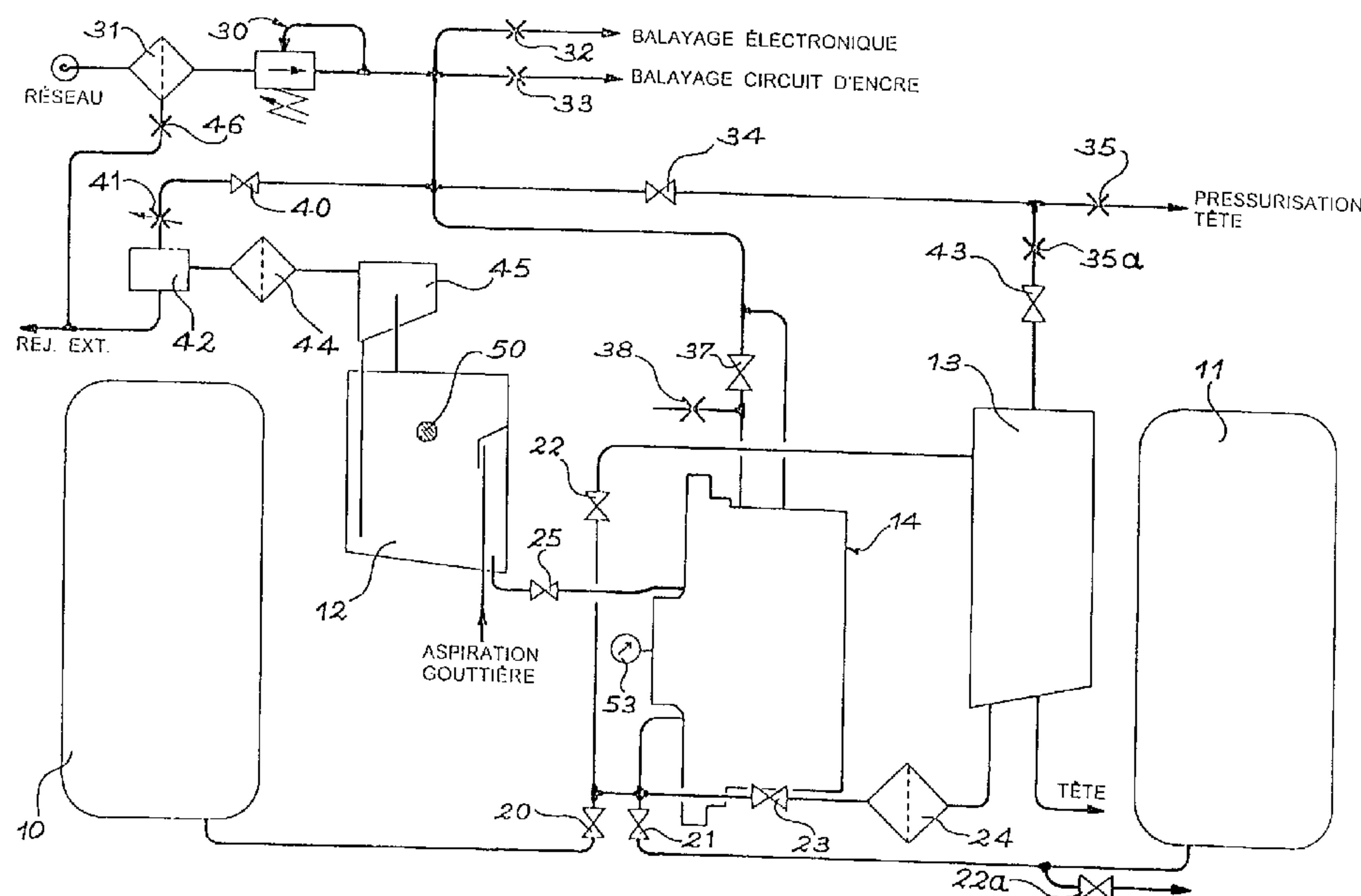
(72) PAGNON, ALAIN, FR
(72) SOUVIGNET, ANDRÉ, FR
(71) IMAJE S.A., FR

(51) Int.Cl.⁶ B41J 2/185

(30) 1998/06/29 (98 08225) FR

(54) **CIRCUIT D'ENCRE, MACHINE A JET D'ENCRE, ET MACHINE
DE CONDITIONNEMENT, OU CONVOYEUR, METTANT EN
OEUVRE UN TEL CIRCUIT**

(54) **INK SYSTEM, INK JET MACHINE, AND PACKAGING
MACHINE OR CONVEYOR INCORPORATING SAID INK
SYSTEM**



(57) La présente invention concerne un circuit d'encre comprenant une cartouche d'encre (10), une cartouche d'additif (11), un réservoir de récupération (12), un accumulateur (13), un filtre principal (24), des électrovannes (8), une pompe de transfert d'encre (14) équipée d'un capteur de pression / température (53), un régulateur de pression d'air (30), ledit circuit d'encre comprenant un bloc support double face comprenant une face hydropneumatique et une face électronique permettant de séparer les ensembles hydraulique, pneumatique et électronique, tous les composants fonctionnels étant montés à l'extérieur sur l'une ou l'autre des deux faces.

ABREGE DESCRIPTIF

La présente invention concerne un circuit d'encre comprenant une cartouche d'encre (10), une cartouche d'additif (11), un réservoir de récupération (12), un accumulateur (13), un filtre principal (24), des électrovannes (8), une pompe de transfert d'encre (14) équipée d'un capteur de pression / température (53), un régulateur de pression d'air (30), ledit circuit d'encre comprenant un bloc support double face comprenant une face hydropneumatique et une face électronique permettant de séparer les ensembles hydraulique, pneumatique et électronique, tous les composants fonctionnels étant montés à l'extérieur sur l'une ou l'autre des deux faces.

Figure 3

**CIRCUIT D'ENCRE, MACHINE A JET D'ENCRE,
ET MACHINE DE CONDITIONNEMENT, OU CONVOYEUR, METTANT
EN OEUVRE UN TEL CIRCUIT**

5

DESCRIPTION

Domaine technique

La présente invention concerne un circuit
10 d'encre, ainsi qu'une machine à jet d'encre et une
machine de conditionnement, ou un convoyeur, mettant en
oeuvre un tel circuit.

Etat de la technique

15

Un dispositif de l'art connu est décrit dans
le brevet US-A-4 862 192. Ce dispositif est une
imprimante par points à jet d'encre, avec un circuit
à encre qui comprend un dispositif pour transférer de
20 l'encre épaisse d'un premier réservoir d'alimentation
et, indépendamment de celui-ci, de l'additif d'un
second réservoir d'alimentation, dans une chambre
d'encre. De l'encre provenant de cette chambre d'encre
est fournie sous pression à une tête d'écriture. De
25 l'encre est retournée dans la chambre d'encre à travers
un canal de récupération, traversant la tête d'écriture
et récupérant les gouttelettes d'encre qui n'ont pas
été déviées pour des besoins d'écriture. Le dispositif
de transfert utilise de l'air pressurisé pour
30 transporter l'encre entre un réservoir d'encre,
connecté à la tête d'écriture, un réservoir de
mélange, connecté aux réservoirs d'alimentation, et un
réservoir de récupération, connecté au canal de
récupération. Le réservoir de mélange peut être

alternativement connecté à une ligne d'aspiration ou à une ligne de refoulement.

Ce dispositif présente de nombreux inconvénients :

- 5 - il nécessite l'utilisation d'un régulateur de pression d'air qui doit avoir de nombreuses qualités: précision, rapidité, pas d'hystérésis pour ne pas modifier les conditions de fonctionnement de l'imprimante, avoir un diamètre de passage important à 10 l'échappement pour ne pas entraîner une surpression lors des transferts d'encre venant avec un débit important de la pompe ;
 - il ne permet pas une régulation de vitesse des gouttes du jet d'encre ;
- 15 - il comporte un régulateur de pression de précision, qui est manuel ;
 - il comporte deux autres régulateurs de pression d'air, (ce qui porte à trois le nombre de régulateurs utilisés) ;
- 20 - il utilise une pompe (un volume) de transfert de cylindrée importante, qui est unidirectionnelle. Cette pompe non réversible ne permet pas de réaliser rapidement tous les cycles nécessaires pour une vidange ou un rinçage imprimante ou un changement de couleur 25 d'encre ;
 - il utilise un filtre principal, en aval de l'accumulateur, qui nécessite un ajustement permanent de la pression de fonctionnement pour compenser un colmatage de celui-ci ;
- 30 - l'ajout d'additif est fonction des conditions de fonctionnement et nécessite un réglage manuel ;
 - la séparation électrique/hydraulique est réalisée en utilisant des électrovannes qui commandent des vannes à commande pneumatique. Ce principe de

relayage augmente le nombre des composants (aspect fiabilité et coût) ;

- il comporte des composants intégrés à l'intérieur d'un bloc usiné ;

5 - il n'y a pas de capteur de température. Des variations de température peuvent donc être interprétées comme des variations de qualité d'encre ;

L'invention a pour objet un circuit d'encre
10 permettant de pallier ces différents inconvénients.

Exposé de l'invention

La présente invention décrit un circuit d'encre
15 comprenant notamment une cartouche d'encre, une cartouche d'additif, un réservoir de récupération, un accumulateur, un filtre principal, des électrovannes, une pompe de transfert d'encre équipée d'un capteur de pression et de température, qui renseigne sur les
20 conditions hydrauliques et thermiques de fonctionnement, un régulateur de pression d'air ; ce circuit d'encre étant caractérisé en ce qu'il comprend un bloc support double face comprenant une face hydropneumatique et une face électronique permettant de
25 séparer les ensembles hydraulique, pneumatique et électronique, tous les composants fonctionnels étant montés à l'extérieur sur l'une ou l'autre des deux faces.

Avantageusement la disposition relative de
30 certains composants contribue à améliorer la fonctionnalité globale du circuit d'encre : ainsi, la séparation air/encre est assurée par une disposition des composants fonctionnant en air dans la partie haute du circuit et des composants fonctionnant
35 principalement en encre dans la partie basse de ce même

circuit (séparation naturelle par gravité). D'autre part, la pompe est située en dessous du réservoir de récupération et de l'accumulateur de manière à assurer naturellement une purge de cette pompe.

5 Dans l'accumulateur, une première régulation de pression est assurée en liquide par la pompe alors qu'une deuxième régulation est assurée en air au moyen de deux électrovannes, l'une étant disposée entre l'accumulateur et une (ou des) pressurisation(s) de
10 tête au travers d'un (ou des) orifices(s) calibré(s), et l'autre entre le (ou les) orifice(s) calibré(s) et le régulateur de pression.

 La première électrovanne permet de gonfler ou de dégonfler l'accumulateur de façon indépendante de la
15 pompe.

 La deuxième électrovanne permet de piloter la pressurisation de tête ; cette option étant directement commandée par logiciel :

 * pour avoir une pressurisation permanente de
20 la tête, cette électrovanne étant en position ouverte (commande électrique en permanence) ;
 * pour éliminer la pressurisation, la commande de cette électrovanne étant désactivée.

25 Une troisième électrovanne permet de commander l'alimentation d'un venturi (génération de dépression). Cette électrovanne permet en particulier de stopper la dépression lorsque l'on arrête le ou les jets d'encre. On évite ainsi en particulier la dérive de qualité
30 d'encre (évaporation inutile) qui se produit à l'arrêt du jet d'encre sur les circuits qui n'ont pas la possibilité de stopper la génération de dépression.

 Avantageusement le capteur de pression, qui
35 peut être situé dans la pompe, permet de contrôler la

pression motrice de la pompe. Le cycle de contrôle de la pression motrice est commandé par des électrovannes.

La pression lue par le capteur de pression / température est alors très proche de la pression régnant dans la chambre. Cette pression est également très proche de la pression régnant en sortie du régulateur de pression. Ce capteur joue un rôle de pressostat et est d'ailleurs alors utilisé pour contrôler la présence du réseau d'air.

Le capteur de pression et de température permet, lors de la phase de réglage des paramètres de fonctionnement de la machine, de renseigner sur la pression régulée en sortie du régulateur et sur la dépression régnant dans le réservoir de récupération. Sur d'autres circuits de l'art antérieur, ces informations sont données par un manomètre à aiguille (uniquement pour indiquer la pression régulée) et un vacuomètre à aiguille (uniquement pour indiquer la dépression de fonctionnement). Ce capteur permet d'éviter la multiplicité des composants et donne une information plus précise et plus simple (le niveau de pression est lu directement sur l'écran de la machine) que les indicateurs à aiguille. Cette information est directement exploitable par logiciel.

Avantageusement les liaisons hydrauliques et pneumatiques à l'intérieur du circuit se font sans tuyau et sans aucune connexion et sont directement intégrées par moulage dans le bloc sous forme de canaux. Les liaisons hydrauliques avec la tête sont réalisées par des raccords rapides auto-obturants. Les filtres à air sont montés sur le bloc par un système de fixation rapide (type vissage ou baïonnette). Aucun tuyau n'est lié à ces filtres si bien que le changement de ces éléments devient une opération simple et propre

ne nécessitant aucun outil (montage et démontage possible à la main).

De plus, l'accessibilité des cartouches d'encre et d'additif et du filtre principal associée à l'utilisation de la pompe réversible permet d'assurer un changement rapide de la couleur.

Avantageusement le circuit d'encre comprend un accumulateur à double régulation de pression (par air ou par liquide). La première régulation fonctionne en liquide au moyen de la pompe et correspond à l'alimentation en encre du jet ; la deuxième régulation fonctionne en air.

Cette régulation en air permet en particulier de prendre le relais de la régulation en liquide lorsque les réservoirs contenant de l'encre sont vides. On utilise ainsi toute l'encre contenue dans la machine (y compris celle de l'accumulateur) avant de déclarer un défaut bloquant pour la machine. Elle permet également d'assurer le maintien d'une pression stable dans cet accumulateur pendant le cycle de mise à la pression atmosphérique des cartouches. Elle permet aussi d'assurer l'alimentation de la poche d'air de l'accumulateur et cela sans passer par la pompe. Elle permet aussi de faire varier très rapidement et sur toute l'étendue (allant de la dépression générée par le venturi jusqu'à la pression de sortie du régulateur) la pression régnant dans cet accumulateur, ces variations rapides et contrôlées de la pression régnant dans l'accumulateur étant notamment utilisées pour les cycles d'arrêt et de démarrage du ou des jets ou pour faire un remplissage rapide de l'accumulateur (possibilité de mettre en dépression l'accumulateur). La régulation de pression en air de l'accumulateur est associée à un temps d'alimentation électrique de l'électrovanne de commande alors que la pression en

l'électrovanne de commande alors que la pression en amont de l'électrovanne est soit la pression atmosphérique lorsque l'électrovanne est fermée et que l'on désire diminuer la pression de l'accumulateur, soit la pression régulée présente à la sortie du régulateur lorsque l'électrovanne est ouverte et que l'on désire augmenter la pression de l'accumulateur.

Avantageusement le circuit d'encre comprend un filtre principal pour l'encre qui est situé entre la pompe et l'accumulateur.

Avantageusement le circuit d'encre comprend un seul détecteur de niveau qui est sans contact (sécurité intrinsèque par construction) ; un condenseur à efficacité programmable (fonction du type d'encre, de la température ambiante, des cycles en cours ...) situé en sortie du réservoir de récupération pour condenser et récupérer les composants volatils de l'encre, ce condenseur étant par exemple réalisé à partir d'une cellule à effet Peltier.

Avantageusement le circuit d'encre comprend un venturi réglable (génération de dépression) protégé par un filtre à coalescence. Ce filtre à coalescence situé en entrée du circuit contrôle et assure la qualité de l'air (niveaux de pollution, d'humidité relative et de quantité d'huile). La purge de ce filtre est une purge permanente à travers un orifice calibré. Un tel principe de purge est sans aucune pièce mobile, ce qui lui confère un niveau de fiabilité bien supérieur aux systèmes automatiques existants.

Avantageusement les sorties du filtre 31 et du venturi sont placées à proximité de manière à réaliser un phénomène de dilution des rejets du venturi.

Les ensembles électronique et fluïdique sont balayés en permanence par un débit d'air ayant une qualité contrôlée par le filtre à coalescence. Ces balayages créant une légère surpression à l'intérieur

de la machine, on obtient ainsi un indice de protection élevé pour la poussière (IP6X par exemple).

Les balayages des parties électronique et fluïdique restent présents à l'arrêt de la machine. Le
5 fonctionnement de ces balayages n'est conditionné que par la présence du réseau d'air à l'entrée du filtre.

Les sorties du filtre à coalescence et du venturi sont reliées sur un même composant "T". Le troisième orifice de ce "T" est relié à l'extérieur de
10 la machine, ce qui permet de diluer les vapeurs de solvant rejetées à l'extérieur, d'où une pollution très faible bien en deça des niveaux tolérés. Dans une variante de réalisation on peut également obtenir le même effet sans relier les deux sorties (filtre et
15 venturi) mais en les connectant individuellement en partie basse de la machine. Les deux connexions seront alors situées à proximité l'une de l'autre.

Avantageusement les cartouches d'encre et d'additif sont étanches et maintenues à une pression
20 proche de la pression atmosphérique par l'air de l'accumulateur, grâce à un cycle adapté de plusieurs électrovannes, l'opération étant contrôlée par le capteur de pression.

25 L'invention concerne également une machine à jet d'encre utilisant un tel circuit d'encre et une machine de conditionnement, ou un convoyeur, utilisant un tel circuit d'encre.

Les avantages du circuit d'encre de l'invention
30 sont les suivants :

- la réalisation d'un circuit électro-hydropneumatique autonome intégrant l'ensemble des capteurs et actionneurs nécessaires pour son fonctionnement et l'électronique de pilotage associée.
35 Le circuit d'encre constitue un ensemble autonome

assimilable à un automate contrôlé par une liaison série de données bidirectionnelles. Cette architecture permet d'une part de monter et de tester de façon autonome l'ensemble du circuit, d'autre part d'utiliser ce circuit comme un composant dans des applications spécifiques (impression multicolore par exemple) ;

5
- la simplicité et la très bonne séparation des ensembles (hydraulique, pneumatique, électronique) : deux faces dont une face hydropneumatique et une face
10 électronique. Cette séparation dans la disposition des composants permet de distinguer très facilement la zone fluide (côté hydraulique) et la zone électronique avec un avantage évident pour la sécurité de fonctionnement ;

15 - la réalisation d'un circuit hydraulique double face avec facilités de fabrication, d'accès et de maintenance. Tous les composants fonctionnels (filtres, venturi, pompe, électrovannes, capteur de pression et niveau, condenseur, ...) sont montés à
20 l'extérieur sur l'une ou l'autre des faces et donc rapidement accessibles ;

- la réalisation d'un circuit fermé (isolé de l'air ambiant). A l'arrêt de la machine le circuit se trouve isolé de l'extérieur, ce qui permet d'éviter les
25 phénomènes de séchage associés aux échanges air/encre ;

- l'utilisation d'un régulateur de pression d'air à commande numérique ;

- l'intégration d'un capteur de pression et de température dans la pompe de transfert d'encre ;

30 - l'utilisation d'un récupérateur de solvant (par exemple condenseur avec cellule à effet Peltier) à efficacité programmable ;

- la position particulière du filtre principal permettant d'envisager :

- une régulation optimisée de la qualité de l'encre, on peut noter en particulier que le colmatage du filtre n'influence pas la qualité de l'encre,
 - 5 • une détermination automatisée du changement du filtre,
 - l'utilisation d'un filtre à coalescence pour protéger le venturi qui est un élément sensible ;
 - la détermination des niveaux d'encre dans les
 - 10 différents volumes par la pompe ;
 - l'utilisation d'une pompe de transfert d'encre à commande entièrement pneumatique. Cette pompe réversible assure l'ensemble des échanges bidirectionnels de liquide entre tous ses voisins
 - 15 (cartouches et réservoirs) ;
 - un bilan thermique très faible lié au fait que le "moteur" de l'imprimante est l'air sous pression du réseau usine, ce qui permet de prédire une élévation interne de température très faible (<5°C).
- 20
- Contrairement au dispositif de l'art antérieur décrit précédemment, le circuit d'encre de l'invention permet :
- de réguler de manière continue la vitesse des
 - 25 gouttes du jet d'encre ;
 - de réguler de manière électronique la pression, avec un asservissement permanent ;
 - de transférer le liquide dans n'importe quelle condition. La pompe du circuit de l'invention a
 - 30 en effet de nombreuses fonctions :
- transfert de liquide entre deux réservoirs ;
 - agitation, brassage d'un réservoir ;
 - mesure du volume transféré ;

- mesure de la pression (dépression) dans un réservoir ;
- mesure du niveau dans un réservoir. On mesure en particulier la quantité d'air dans le réservoir sous pression (accumulateur), connaissant le volume total de cet accumulateur, on en déduit par différence le volume d'encre et surtout le niveau d'encre dans cet accumulateur ;
- contrôle de la pression du réseau ;
 - de décorréler le niveau de colmatage du filtre principal, qui est situé entre la pompe et l'accumulateur, de la viscosité de l'encre, la pression étant compensée de manière automatique. Une mesure dynamique (calcul de l'énergie de transfert dans l'accumulateur) permet de savoir si le filtre est colmaté ;
 - de ne plus avoir l'ajout d'additif dépendant des conditions de fonctionnement (tout passe par la pompe qui a un volume de chambre connu) ;
 - de réaliser la séparation électrique/hydraulique à l'intérieur des électrovannes en utilisant des membranes séparatrices qui réalisent une séparation physique entre partie électrique et partie hydraulique, les électrovannes étant donc commandées directement ;
 - d'utiliser un circuit double face avec deux compartiments isolés et pressurisés, la maintenance premier niveau ayant lieu seulement dans le compartiment hydraulique à l'avant de la machine ;
 - d'utiliser un capteur de pression et de température intégré à la pompe, ce qui permet de maîtriser la qualité de l'encre ;
 - d'utiliser un détecteur de niveau sans contact disposé sur la paroi du réservoir de

récupération. Ce capteur permet de connaître (sortie analogique ou plusieurs valeurs de niveau) le niveau et donc le volume de l'encre contenue dans le réservoir de récupération ;

5 - d'utiliser la connaissance des volumes de l'encre contenue dans le réservoir de récupération , dans l'accumulateur et dans la chambre de la pompe pour pouvoir entièrement maîtriser les corrections de concentration en additif nécessaires au maintien de la
10 qualité de l'encre ;

 - d'utiliser un condenseur (par exemple à effet Peltier) dont on peut piloter l'efficacité en fonction de la température selon les caractéristiques de fonctionnement de manière à rejeter moins de vapeurs
15 des composants volatiles de l'encre.

Ces caractéristiques du circuit de l'invention permettent :

 - de diminuer le nombre de composants (tuyaux,
20 raccords, petits blocs supports...) ;

 - d'avoir un circuit compact ;

 - d'intégrer directement au bloc support les réservoirs (tampon, accumulateur, condenseur) ;

 - de diminuer les coûts de manière importante
25 en obtenant directement par moulage le bloc support de l'ensemble des composants ;

 - de bien séparer les parties électronique et hydropneumatique (aspect important pour les normes de sécurité) ;

30 - de limiter les interventions de maintenance premier niveau sur une seule face du circuit (face avant directement accessible par l'opérateur) ;

 - de simplifier la maintenance (tous les composants sont accessibles de l'extérieur sans aucun
35 démontage préalable) ;

- d'obtenir un circuit d'encre autonome et intégrable dans d'autres unités que les imprimantes à jet d'encre : en effet, seuls sont nécessaires de l'énergie électrique, de l'air comprimé et des commandes adaptées (à travers la liaison série de pilotage) pour faire fonctionner le circuit. Ce concept d'autonomie permet de simplifier la fabrication (test d'intégration complet en air à partir d'un ordinateur).

10 Brève description des dessins

- Les figures 1 et 2 illustrent le circuit d'encre de l'invention respectivement sur une vue avant et une vue arrière ;
- 15 - la figure 3 illustre le schéma hydropneumatique du circuit d'encre de l'invention ;
- la figure 4 illustre le schéma électrique du circuit d'encre de l'invention ;
- les figures 5 et 6 illustrent une machine à jet d'encre utilisant le circuit de l'invention.

Exposé détaillé de modes de réalisation

Le circuit d'encre 9, tel que représenté sur les figures 1, 2 et 3 comprend notamment une cartouche d'encre 10, une cartouche d'additif 11, un réservoir de récupération 12 et un accumulateur 13, chacun de ces différents éléments étant relié à une pompe de transfert d'encre 14, des filtres à air 31 et 44, un filtre à encre 24, un régulateur de pression 30, un condenseur 45 et son radiateur 47, des canaux de liaison sur lesquels sont disposées des électrovannes 8 (ou 20, 21, 22, 23, 25, 34, 37, 40, 43), et une carte électronique 27 de commande de ces différents éléments.

La face avant du circuit, illustrée sur la figure 1, comporte les composants hydrauliques et pneumatiques (filtres 24, 31 et 44 ; pompe 14 ; accumulateur 13 ; cartouches 10 et 11 ; régulateur 30) accessibles de l'extérieur, les composants hydrauliques étant situés en partie basse et les composants pneumatiques en partie haute. La face arrière du circuit, illustrée sur la figure 2, comporte les composants électriques et électroniques (électrovannes 8, condenseur 45, capteur de pression/température 53, capteur de niveau 50, carte électronique 27).

Les parties basses de la cartouche d'encre 10, de la cartouche d'additif 11, les parties haute et basse de l'accumulateur 13 sont reliées à un même orifice d'aspiration-refoulement de la pompe 14 au travers respectivement d'électrovannes 20, 21, 22 et 23. Un filtre 24 dit "principal" est disposé entre le bas de l'accumulateur 13 et l'électrovanne 23. Le bas de l'accumulateur 13 est également relié à la tête de projection d'encre. La partie basse du réservoir de récupération 12 est reliée à un second orifice de refoulement-aspiration de la pompe 14 à travers une électrovanne 25.

Le circuit d'encre 9 comprend également un régulateur de pression 30 relié en entrée au réseau d'air comprimé (5-10 bars) au travers d'un filtre à air 31 et en sortie aux balayages électronique et circuit d'encre au travers de deux orifices calibrés 32 et 33. La sortie du régulateur de pression 30 est reliée également :

- à la pressurisation de tête au travers d'une électrovanne 34 et d'un orifice calibré 35 ;
- à l'accumulateur 13 au travers d'une électrovanne 34, d'un orifice calibré 35a et d'une autre électrovanne 43 ;

- à la pompe 14 et à un orifice de décompression 38 au travers d'une électrovanne 37 ;

- à la pompe 14 ;

5 - à un rejet extérieur au travers d'une électrovanne 40, d'un orifice calibré réglable 41 et d'un venturi 42, le bas du filtre 31 étant également relié à ce rejet extérieur au travers d'un orifice calibré 46.

10 La partie haute de l'accumulateur 13 est reliée au point commun à l'électrovanne 34 et à l'orifice calibré 35 par une électrovanne 43 au travers de l'orifice calibré 35a.

15 La partie haute du réservoir de récupération 12 est reliée au venturi 42 au travers d'un filtre 44 et d'un condenseur 45, et sa partie basse à l'aspiration de la gouttière encre située à la base de la tête de projection d'encre. Un capteur de niveau, par exemple un détecteur 50, est fixé sur la paroi du réservoir de
20 récupération 12. Un capteur de pression / température 53 est situé dans la pompe 14.

La pression en sortie du régulateur de pression 30 est légèrement supérieure à la pression dans
25 l'accumulateur 13.

L'accumulateur 13 est un système à double régulation :

• En fonctionnement normal :

30 - l'électrovanne 43 est fermée ;
- on introduit de l'encre par à coups dans l'accumulateur 13 qui a, grâce à sa poche d'air située en partie supérieure, un rôle antipulsatoire hydraulique et joue le rôle d'un condensateur
35 permettant de lisser la courbe de débit. Les

dimensionnements des volumes de la chambre de la pompe 14 et de la poche d'air de l'accumulateur 13 sont tels que l'ajout instantané d'un volume de pompe dans l'accumulateur ne vient pas modifier de manière significative la pression de cet accumulateur. Typiquement un rapport de 200 entre le volume de la poche d'air et le volume de chambre de la pompe est une limite inférieure acceptable ;

5
10 - on mesure la pression en permanence à l'aide du capteur 53 ;

- on effectue un ajout élémentaire d'encre à l'aide de la pompe 14 pour remplacer cycliquement l'encre consommée par le jet.

15 • Lorsque la cartouche d'encre 10 et le réservoir de récupération 12 sont vides :

- on ne passe plus par la pompe 14 ; on vérifie la pression à l'aide du capteur 53 ;

20 - étant donné que l'on ne peut plus ajouter d'encre, du fait que la cartouche 10 et le réservoir de récupération 12 sont vides, l'accumulateur se vide doucement (débit du jet) et la pression dans celui-ci aurait tendance à diminuer. Aussi, en fonctionnement normal l'électrovanne 34 étant ouverte, on ouvre
25 l'électrovanne 43 par intermittence pendant des temps très courts, ce qui permet de maintenir la pression dans l'accumulateur 13 ; on rajoute autant d'air que de perte de volume en liquide.

30 Ce système 13 permet d'obtenir une autonomie de plusieurs heures, même avec une cartouche d'encre vide. Grâce à ces électrovannes 34 et 43 on réalise un régulateur de pression très précis dont le cycle d'ouverture/fermeture est de l'ordre de quelques
35 millisecondes. On peut approcher une précision de

l'ordre de quelques millibars. On obtient un régulateur avec une précision meilleure que un pour mille.

A titre d'exemple, on obtient un fonctionnement optimum (qualité d'impression et autonomie en encre) pour un accumulateur 13 comportant des proportions de 1/3 d'air et 2/3 d'encre. Si la proportion d'encre augmente, on peut alors utiliser la régulation constituée par les électrovannes 34 et 43.

A la mise en route du dispositif de l'invention, on a intérêt à démarrer en haute pression pour obtenir un bon démarrage du jet d'encre. On peut, pour se faire, "gonfler" l'accumulateur au maximum à l'aide des électrovannes 34 et 43. Ce gonflage ne nécessite que quelques secondes et ne vient donc pratiquement pas augmenter le temps de mise en marche de la machine.

Le dispositif de l'invention permet d'effectuer une mesure de la poche d'air dans l'accumulateur 13. On repousse l'encre avec la pompe 14. Le volume de la couche d'air dans l'accumulateur 13 diminue alors de ΔV . Si on néglige le débit d'encre sortant de celui-ci pendant ce temps, on a une variation de pression ΔP telle que :

$$\frac{\Delta P}{P} = \alpha \frac{\Delta V}{V}$$

Le coefficient α (proche de 1) étant connu, ΔV étant la cylindrée de la pompe, V le volume de la poche d'air, P et ΔP étant mesurés à l'aide du capteur 53, on peut en déduire V . On peut utiliser une "loupe" électronique pour la mesure de ΔP si la résolution du convertisseur de mesure n'est pas suffisante.

35

La carte électronique 27, illustrée sur la figure 4, permet de piloter ces différents éléments. Elle comprend :

- un microprocesseur 55 par exemple de type μ PD78F0058 muni de son programme de fonctionnement ;
- différentes interfaces 56,57 et 58 de sortie pour piloter :
 - les électrovannes 8 ;
 - le condenseur 45 ;
 - un agitateur 38 ;
 - et des voyants de contrôle situés sur la carte ;
- différentes interfaces 60 et 61 d'entrée pour recevoir des signaux en provenance notamment du capteur de pression / température 53.

Le circuit interface 60 comprend un amplificateur pression 70, un amplificateur loupe 71 (le circuit loupe peut être supprimé si le convertisseur de mesure a une résolution suffisante), et un amplificateur température 72. La carte électronique 27 est également reliée à des contacts de sécurité 73 (ouverture de porte), et à un terminal 74 par une liaison série de commande bidirectionnelle.

Pour récapituler, le circuit de l'invention présente les spécificités suivantes :

- Un accumulateur 13 avec double régulation de pression

La pression régnant dans l'accumulateur 13 peut être ajustée et maintenue :

- au moyen de la pompe 14 avec des ajouts ou des retraits de liquide. Cette régulation est précise mais lente ;

- au moyen des électrovannes 34 et 43 par ajouts ou retraits d'air : cette régulation est précise et rapide.

Cette double régulation est très intéressante car elle permet de découpler l'utilisation de la pompe 14 du maintien de la vitesse de jet d'encre. La première application est l'augmentation de l'autonomie de fonctionnement du circuit lorsque il n'y a plus d'encre dans les réservoirs (cartouche encre et réservoir récupération). On peut pratiquement utiliser toute l'encre contenue dans le circuit. Une autre possibilité est le changement rapide des conditions de fonctionnement (augmentation ou diminution de la pression) grâce à la régulation de pression en air (avec les électrovannes 34 et 43). On utilise cette possibilité pour les opérations de démarrage du jet (démarrage haute pression par exemple), d'arrêt du jet (arrêt basse pression par exemple), d'opération de maintenance (du jet ou de la machine).

20

- Une mesure de la température (53) au coeur du système (mesure de la température de l'encre)

Le capteur de pression 53 est situé dans la pompe 14. Afin de mieux traduire le comportement du circuit, on a optimisé ce capteur en y intégrant la mesure de la température. Cette mesure de température est en particulier utilisée pour la régulation de la qualité de l'encre en fonction de sa température (dépendant de la température ambiante) : on peut travailler à concentration constante (ou tout autre état compris entre concentration constante et viscosité constante) en interprétant les deux mesures viscosité et température par rapport à la courbe de l'encre "viscosité = f (température)"; cette courbe, spécifique

35

à chacune des encres, voire dépendante du lot de fabrication, est mémorisée dans la partie électronique de la machine.

5 • L'emplacement du filtre principal 24

Le filtre principal 24 est situé entre la pompe 14 et l'accumulateur 13. Cet emplacement privilégié permet :

10 - la mesure du colmatage du filtre 24 en mesurant l'évolution dans le temps de l'énergie nécessaire au transfert de l'encre de la pompe 14 vers l'accumulateur 13 à travers ce filtre 24 ;

15 - d'avoir une pression de fonctionnement (pression dans l'accumulateur 13) qui reste indépendante du degré de colmatage du filtre (mesure en statique de la pression accumulateur avec l'électrovanne 23 ouverte).

20 • L'utilisation d'un régulateur de pression d'air 30 traditionnel

Le circuit équipé d'un régulateur en air s'adaptant aux conditions du réseau (avec les électrovannes 34 et 43), on ne demande pas de performances particulières au régulateur d'entrée 30. La seule condition de fonctionnement du circuit est d'avoir une pression en sortie du régulateur 30 supérieure à la pression de fonctionnement. Le rôle du régulateur 30 d'entrée est uniquement d'éviter les variations fortes de la pression (un branchement direct sur le réseau présenterait ce risque). D'autre part, un filtre submicronique, à purge permanente, associé à ce régulateur, permet d'obtenir une qualité d'air (absence

d'eau, d'huile et d'impuretés) compatible avec la fonctionnalité du circuit.

- Une remise en air des cartouches 10 et 11 par l'accumulateur 13

Le pompage du liquide dans les cartouches étanches 10 et 11 entraîne une mise en dépression de ces dernières. Afin de garantir les performances d'aspiration de la pompe 14 dans les cartouches 10 et 11, on est amené à maintenir un niveau de pression dans ces cartouches proche de la pression atmosphérique. Cela est réalisé au moyen de l'air de l'accumulateur 13 par l'intermédiaire de l'électrovanne 22. Le capteur de pression 53 intégré à la pompe 14 permet de piloter la manoeuvre avec précision. Ce principe permet d'éviter une prise d'air à l'atmosphère. En effet, si par exemple l'électrovanne 22 avait son orifice d'entrée à la pression atmosphérique, alors on risquerait un phénomène de séchage (donc de collage) sur cette électrovanne.

Au contraire le circuit de l'invention est un circuit fermé pour ce type de séquence. On peut même optimiser les séquences de fonctionnement pour que l'électrovanne 22 ait ses deux orifices en liquide pendant pratiquement tout le fonctionnement de l'imprimante, le passage en air des électrovannes étant très bref et étant uniquement associé au cycle de "regonflage" des cartouches.

30

- Une remise en air des cartouches 10 et 11 par l'air ambiant

Une variante de remise en air des cartouches peut être obtenue en utilisant l'électrovanne 22a. Afin

d'éviter le risque de collage de cette électrovanne cette dernière est placée entre l'électrovanne 21 et la cartouche d'additif. En effet l'additif sèche sans laisser d'extrait sec et donc sans possibilité de créer
5 une situation de collage.

La remise en air de la cartouche d'additif se fait par l'ouverture de cette électrovanne 22a.

La remise en air de la cartouche d'encre se fait par ouverture simultanée des électrovannes 22a, 21
10 et 20.

• La présence d'un seul détecteur de niveau 50

Une des fonctions principales de ce type de
15 circuit est d'éviter un transfert d'encre vers les parties en air (risque de séchage de l'encre, donc de collage des électrovannes). Le seul point non contrôlable par le capteur de pression 53 est le niveau d'encre dans le réservoir de récupération 12. Pour
20 éviter tout accident grave de fonctionnement (débordement du réservoir 12), on a équipé ce réservoir de récupération 12 d'un détecteur de niveau 50.

De plus, ce détecteur de niveau 50 (de type à effet hall ou capacitif avec une mesure sans contact à
25 travers la paroi du réservoir) permet une sécurité totale. La technologie du capteur utilisé permet à la fois une mesure en tout ou rien (pour la détermination d'un ou plusieurs seuils par exemple) ou une mesure en continu (avec une sortie analogique image du niveau de
30 liquide par exemple). En considérant la haute inflammabilité des encres utilisées (risque d'explosion), l'utilisation d'un capteur sans contact (aucun contact électrique dans l'encre) permet
35 d'obtenir par construction une sécurité intrinsèque de fonctionnement.

- Un filtre de protection 44 pour le venturi 42

5 Ce filtre 44 est beaucoup plus petit que celui du dispositif de l'art antérieur décrit précédemment.

- Un circuit de récupération réalisé avec un venturi à alimentation pilotée

10 La mise en dépression du réservoir de récupération est assurée par le venturi 42. Ce venturi est alimenté en air sous pression lorsque l'électrovanne 40 est ouverte. Quelques secondes après l'arrêt du jet, on ferme l'électrovanne 40 ce qui
15 permet d'éviter un risque de séchage du réservoir de récupération pour un arrêt long. De plus cette électrovanne 40 permet en étant fermée d'éviter une évaporation des composants volatiles alors que le jet n'est pas en marche. On évite ainsi une évolution de la
20 qualité de l'encre pour des périodes d'attente de l'utilisation de l'imprimante. Ces plus techniques et économiques justifient la présence de cette électrovanne 40 non présente sur les circuits connus de l'art antérieur.

25

- Un condenseur 45 à cellule à effet Peltier

30 Le principe d'un tel condenseur 45 est bien connu de l'homme de l'art et consiste à utiliser la source froide de ce système pour condenser et donc récupérer les composants volatils de l'encre (réduction de la consommation d'additif, donc des coûts d'exploitation pour le client). L'originalité par rapport au même principe utilisé dans les dispositifs
35 de l'art connu consiste à ne pas alimenter en

permanence ce composant, ce qui permet d'adapter son efficacité. Lorsque l'on veut réduire l'efficacité du système, on diminue son temps d'alimentation. La modulation de l'alimentation électrique se traduit par
5 une modulation de l'efficacité. Ce principe de modulation permet une adaptation de l'efficacité selon le type de tête utilisé et le type d'encre. Cette modulation permet également d'améliorer le temps de réponse de l'asservissement de la qualité de l'encre.

10

- Une pompe centrale 14

Les transferts de fluide entre les différents volumes se fait par une pompe 14 située au centre du
15 circuit. Cette pompe 14 joue le rôle de gare de triage. Elle est équipée d'un capteur de pression 53. On a ajouté la fonctionnalité mesure de température au capteur de manière à pouvoir gérer plus correctement la qualité de l'encre (mesure la température de l'encre au
20 coeur du système).

Le circuit d'encre 9 de l'invention peut être inclus dans une machine à jet d'encre, comme illustré sur les figures 5 et 6. Sur ces figures 5 et 6 sont
25 représentés un bâti 80 sur lequel viennent se positionner une porte avant 81, un capotage arrière 82, une interface opérateur 83 qui peut être un écran + une dalle tactile, un écran graphique + un clavier ou un écran alphanumérique ou graphique + quelques touches.
30 Sur la figure 6 est représentée une zone d'appui 84 où vient se fixer le circuit 9 de l'invention; cette zone d'appui permet d'isoler à l'intérieur de la machine les compartiment hydraulique et électrique (aspect normes de sécurité).

Mais il peut, également, être vendu en O.E.M. (ou "Original Equipment Manufacturer") à des fabricants de machines de conditionnement, ou convoyeur, qui veulent intégrer la fonction jet d'encre dans leur machine. Le dispositif de l'invention peut en effet se présenter sous la forme d'un bloc électronique de commande et d'un circuit d'encre reliés entre eux par une liaison série (les messages véhiculés pouvant être interprétés par un protocole multipoint, l'électronique pouvant piloter deux têtes avec deux couleurs différentes). Le bloc électronique de commande et le circuit d'encre peuvent être déportés l'un par rapport à l'autre de quelques centimètres à plusieurs mètres.

La modularité du circuit permet également une utilisation en "batterie" de n circuits (commande multipoint à distance par une seule unité de commande du type 74) pour des applications d'impression grande largeur noir et blanc ou couleur.

REVENDICATIONS

1. Circuit d'encre comprenant une cartouche d'encre (10), une cartouche d'additif (11), un réservoir de récupération (12), un accumulateur (13), un filtre principal (24), des électrovannes (8), une pompe de transfert d'encre (14) équipée d'un capteur de pression / température (53), qui renseigne sur les conditions hydrauliques et thermiques de fonctionnement, un régulateur de pression d'air (30) ; circuit d'encre caractérisé en ce qu'il comprend un bloc support double face comprenant une face hydropneumatique et une face électronique permettant de séparer les ensembles hydraulique, pneumatique et électronique, tous les composants fonctionnels étant montés à l'extérieur sur l'une ou l'autre des deux faces.

2. Circuit d'encre selon la revendication 1, dans lequel la séparation air/encre est assurée par une disposition des composants fonctionnant en air (30, 31, 32, 33 34, 35, 35a, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46) dans la partie haute du circuit et des composants fonctionnant principalement en encre (14, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 53) dans la partie basse de ce même circuit.

3. Circuit d'encre selon la revendication 1, dans lequel les liaisons hydrauliques et pneumatiques se font sans tuyau et sans aucune connexion et sont intégrées au bloc support sous forme de canaux.

4. Circuit d'encre selon la revendication 1 comprenant un accumulateur (13) à double régulation de pression ; la première régulation fonctionnant en liquide au moyen de la pompe (14) et correspondant à

l'alimentation en encre du jet ; la deuxième régulation fonctionnant en air.

5. Circuit d'encre selon la revendication 1 comprenant deux électrovannes (43, 34), l'une étant
5 disposée entre l'accumulateur (13) et la (ou les) pressurisation(s) de tête au travers d'un (ou des) orifice(s) calibré(s) (35), et l'autre entre le (ou les) orifice(s) calibré(s) (35) et le régulateur de pression (30).

10 6. Circuit d'encre selon la revendication 1, dans lequel la pompe (14) est située en dessous du réservoir de récupération (12) et de l'accumulateur (13).

15 7. Circuit d'encre selon la revendication 1, dans lequel le filtre principal (24) est situé entre la pompe (14) et l'accumulateur (13).

8. Circuit d'encre selon la revendication 1, comprenant un venturi réglable (42) protégé par un filtre à coalescence (44).

20 9. Circuit d'encre selon la revendication 1, dans lequel les filtres (24, 44) sont montés sur le bloc support par un système de fixation rapide.

10. Circuit d'encre selon la revendication 1 comprenant un seul détecteur de niveau (50) sans
25 contact situé dans le réservoir de récupération.

11. Circuit d'encre selon la revendication 1 comprenant un condenseur (45), à efficacité programmable, situé en sortie du réservoir de récupération (12).

30 12. Circuit d'encre selon la revendication 8, dans lequel les sorties du filtre (31) et du venturi (42) sont placées à proximité de manière à réaliser un phénomène de dilution des rejets du venturi.

13. Circuit d'encre selon la revendication 1, dans lequel les cartouches d'encre (10) et d'additif (11) sont étanches et maintenues à une pression proche de la pression atmosphérique soit par l'air de l'accumulateur (13) grâce à un cycle adapté de plusieurs électrovannes (22; et 20 ou 21), soit par l'air ambiant grâce à un cycle adapté de plusieurs électrovannes (22a, 20, 21), les opérations étant contrôlées par le capteur de pression (53).

10 14. Machine à jet d'encre utilisant un circuit d'encre selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

15 15. Machine de conditionnement, ou convoyeur, utilisant un circuit d'encre selon l'une quelconque des revendications 1 à 13.

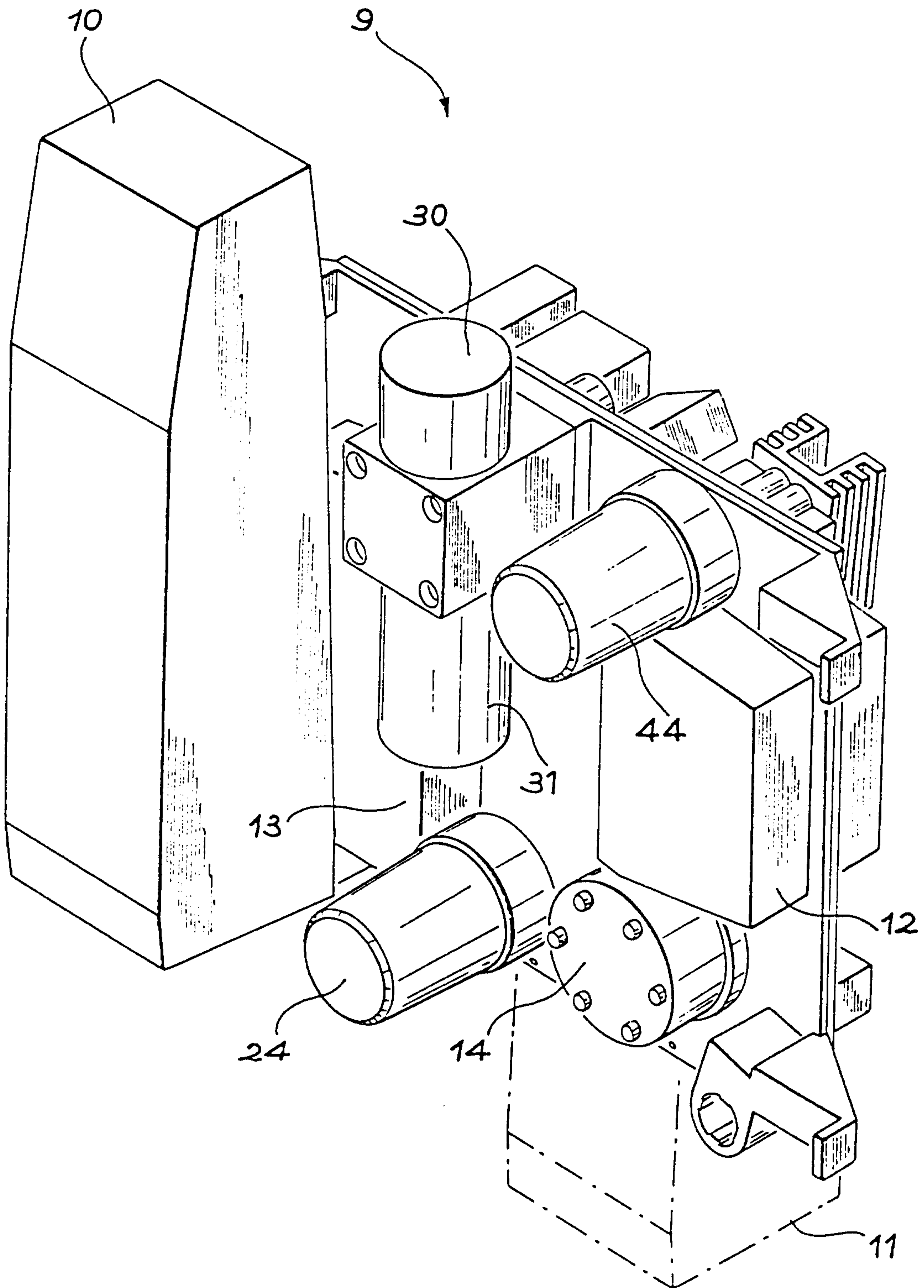


FIG. 1

2/6

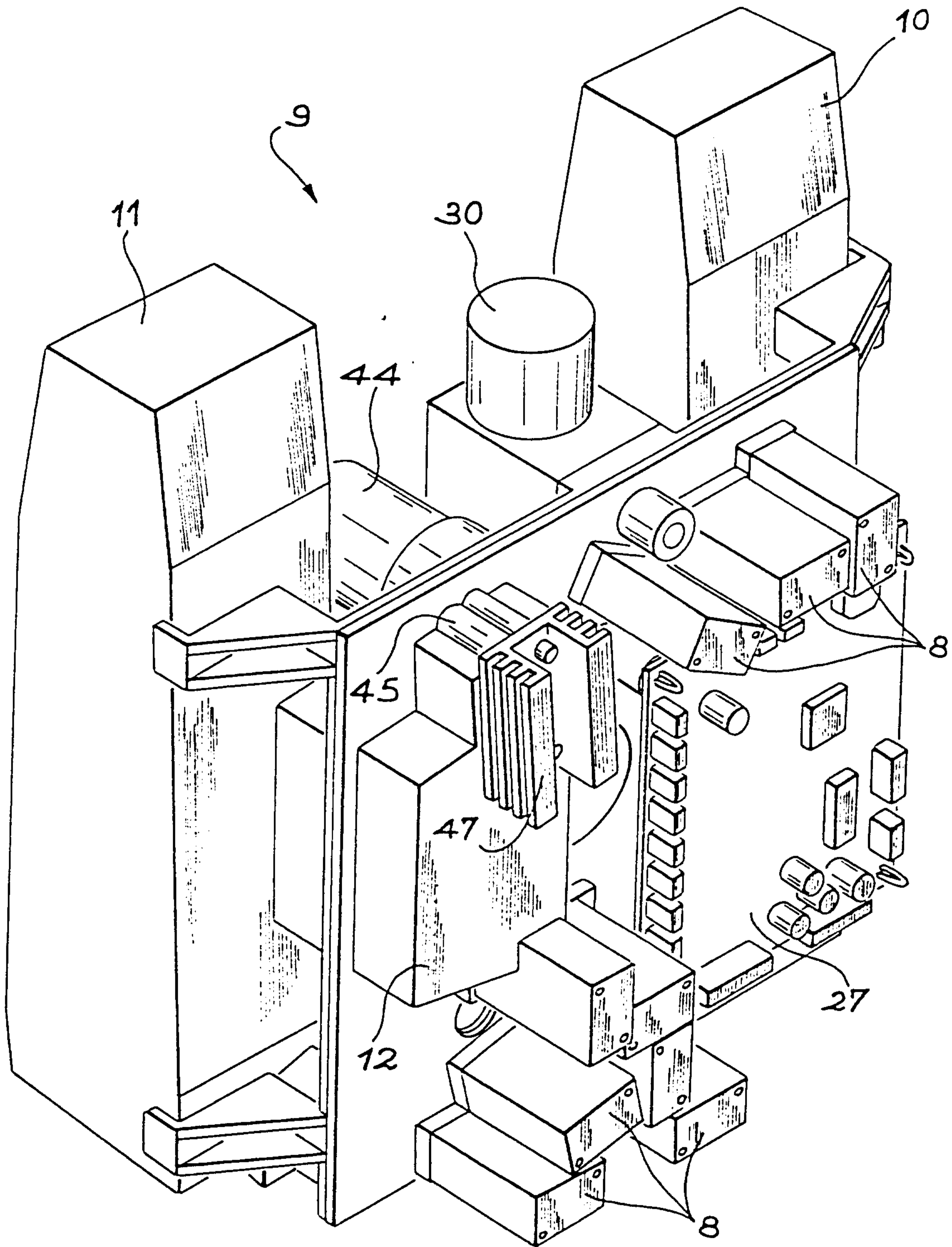
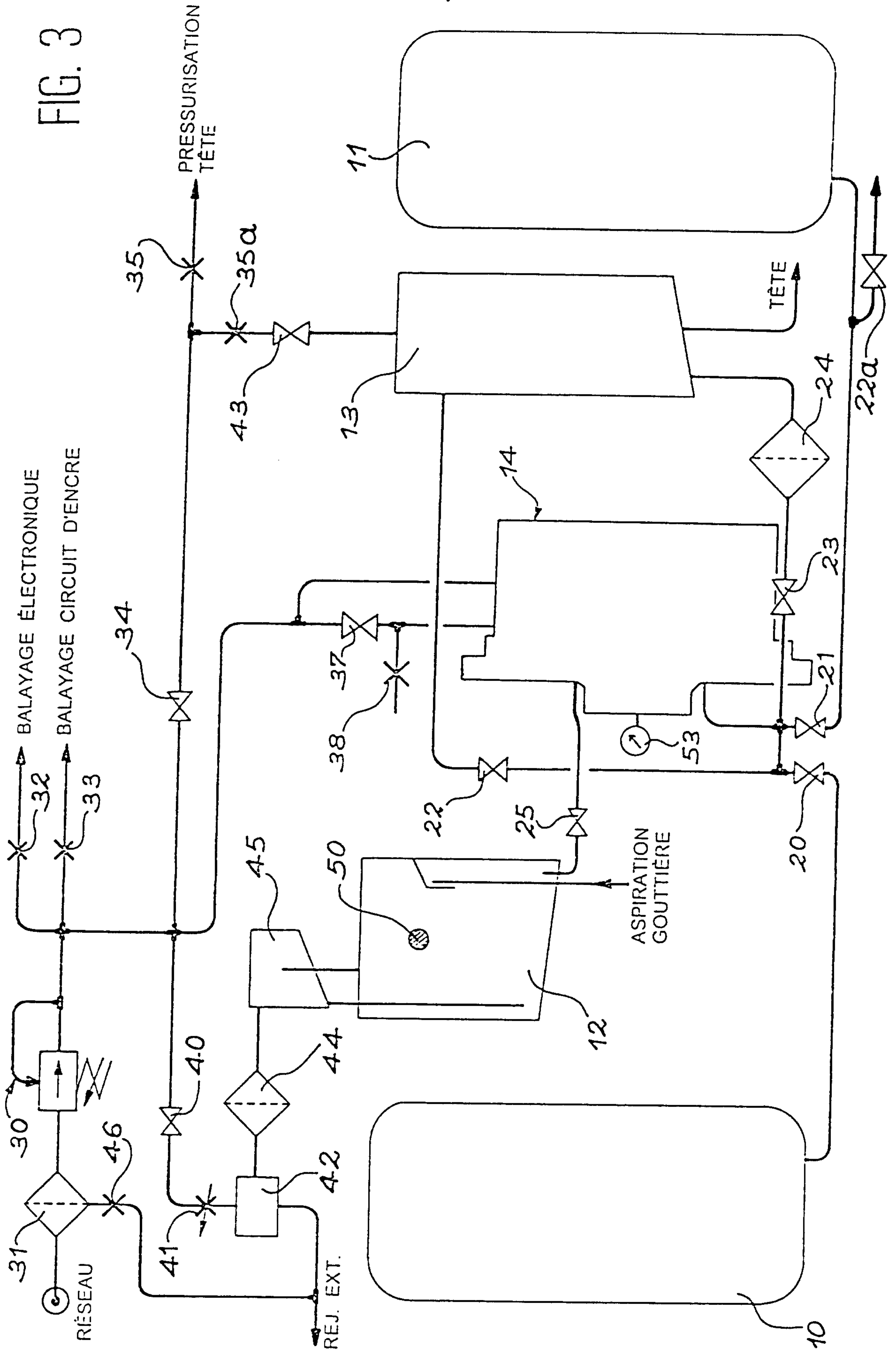


FIG. 2

FIG. 3



3/6

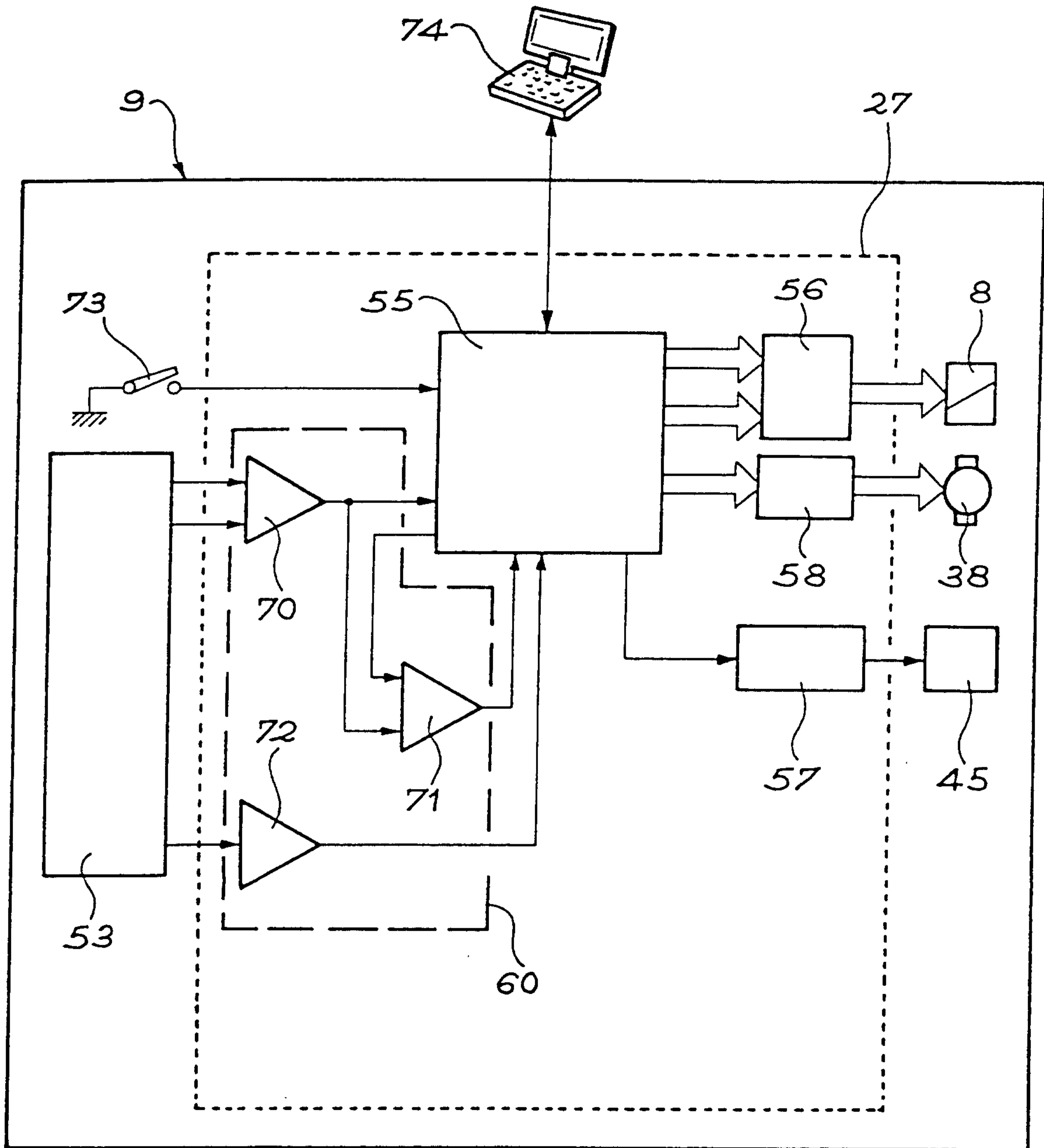


FIG. 4

5/6

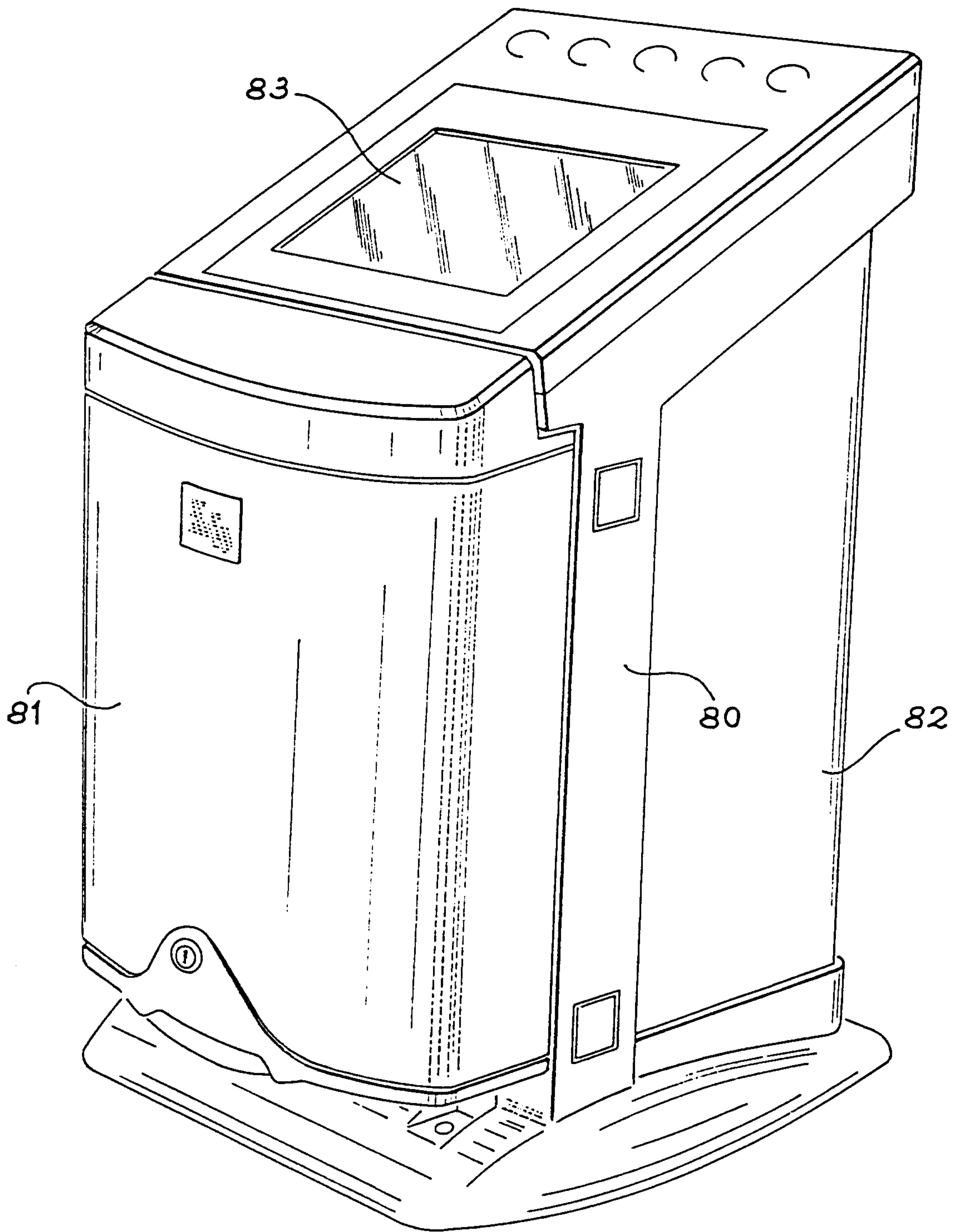


FIG. 5

6/6

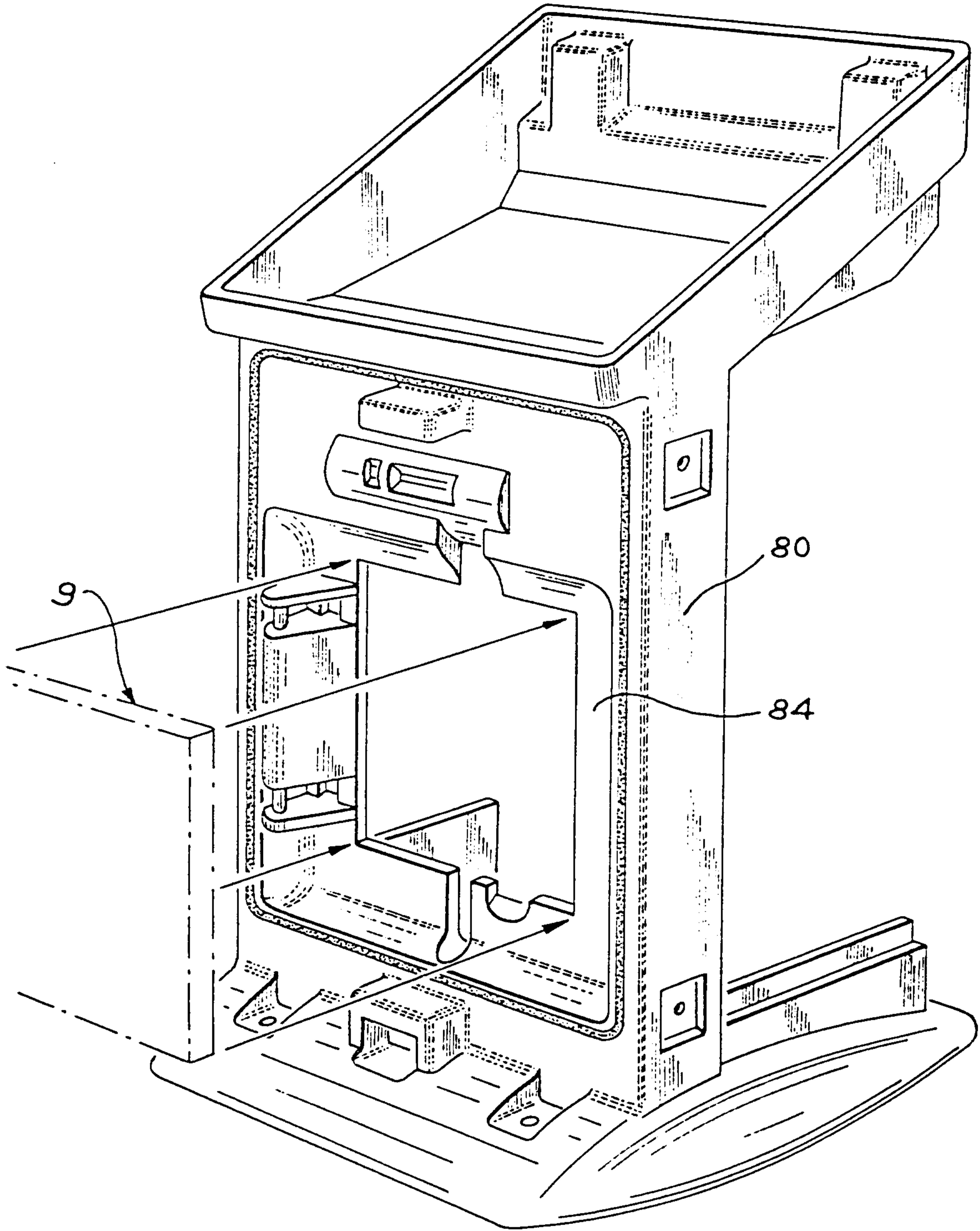


FIG. 6