

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 11.02.10.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 12.08.11 Bulletin 11/32.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : MARKEM-IMAJE Société par actions  
simplifiée — FR.

⑦② Inventeur(s) : SOTO PATRICK et BROUSSE MAX.

⑦③ Titulaire(s) : MARKEM-IMAJE Société par actions  
simplifiée.

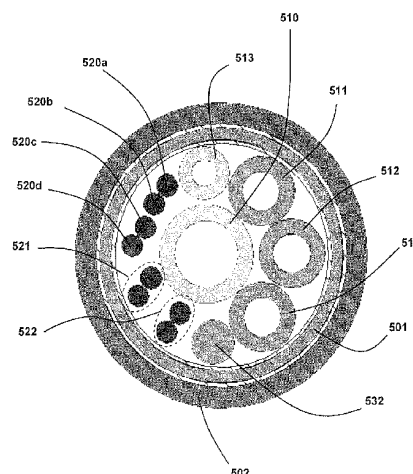
⑦④ Mandataire(s) : BREVALEX.

⑤④ IMPRIMANTE A JET D'ENCRE INDUSTRIELLE A COMMUNICATION NUMERIQUE.

⑤⑦ L'invention concerne un câble d'alimentation d'une  
tête d'impression d'une imprimante à jet d'encre continu,  
comportant:

- des moyens (510, 511, 512, 513, 514) d'alimentation  
en fluides de la tête,
- des moyens (532) formant une liaison série numérique  
bidirectionnelle pour transmettre des données numériques  
entre la tête et des moyens de pilotage de l'imprimante,
- des moyens (520) d'alimentation basse tension.

L'invention concerne également un circuit pour une tête  
d'impression d'une imprimante à jet continu, ainsi qu'un pro-  
cédé de transmission de données à cette tête d'impression.



**IMPRIMANTE A JET D'ENCRE INDUSTRIELLE A COMMUNICATION  
NUMERIQUE**

**DESCRIPTION**

**5    DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTÉRIEUR**

L'invention concerne la liaison entre le pupitre d'une imprimante à jet d'encre continu industrielle et la tête d'impression destinée à projeter des gouttes d'encre sur un support. La liaison  
10 selon l'invention permet une nouvelle répartition des fonctions électroniques conduisant à un accroissement des performances et à une réduction du coût de l'imprimante.

Les imprimantes à jet d'encre continu  
15 industrielles sont connues dans le domaine du codage et du marquage industriel de produits divers, par exemple pour marquer des codes barre ou la date de péremption sur des produits alimentaires, directement sur la chaîne de production et à grande cadence.

20 Ce type d'imprimante se trouve également dans certains domaines de la décoration où les possibilités d'impression graphique de la technologie sont exploitées.

On distingue 2 catégories dans les  
25 imprimantes à jet d'encre continu :

- d'une part les imprimantes à jet continu multi-défléchi où chaque goutte d'un jet unique (ou de quelques jets) peut être envoyée sur diverses trajectoires correspondant à des commandes de  
30 déflexions différentes pour chaque goutte, réalisant

ainsi un balayage de la zone à imprimer suivant une direction qui est la direction de déflexion,

- d'autre part, les imprimantes à jet continu binaire où une pluralité de jets placés côte à côte ne disposent chacun que d'une trajectoire destinée à l'impression ; la commande synchrone, à un instant donné, de tous les jets permet d'imprimer sur le support un motif reproduisant en général celui de la répartition des buses sur la plaque à buses.

Dans les 2 cas, l'autre direction de balayage de la zone à imprimer est couverte par déplacement relatif de la tête d'impression et du support à imprimer.

Ces imprimantes possèdent plusieurs sous-ensembles type que l'on retrouve dans la plupart des imprimantes à jet d'encre continu industrielles disponibles sur le marché (Markem-Imaje, Videojet, Domino ou encore Linx et Hitachi). En effet, ces machines, étant utilisées sur des chaînes de production, sont généralement équipées d'une tête d'impression de petite dimension qui permet de les intégrer dans des espaces réduits.

Comme représenté en figure 1 (cas d'une imprimante à jet d'encre continu multi-défléchi), cette tête 1 se trouve déportée, en général de plusieurs mètres, par rapport au corps de l'imprimante 20, appelé également pupitre, dans lequel sont élaborées les fonctions hydrauliques et électriques nécessaires au fonctionnement et au contrôle de la tête.

Le pupitre contient donc un circuit d'encre 100 et un contrôleur 110 reliés à la tête par un ombilic 15.

La tête d'impression 1 comporte un ensemble  
5 de moyens pour la génération et le contrôle du jet, à savoir un générateur de gouttes 2, une électrode de charge 7, dispositif de détection de gouttes 8, un ensemble de plaques de déflexion 4, et une gouttière 3 de récupération des gouttes.

10 Du générateur de gouttes 2, de l'encre sous pression électriquement conductrice, acheminée depuis le circuit d'encre 100, s'échappe par au moins une buse 5 calibrée, formant ainsi au moins un jet d'encre 9.

Sous l'action d'un dispositif de  
15 stimulation périodique (non représenté) piloté par un signal venant du contrôleur, le jet d'encre se brise à intervalles temporels réguliers, correspondant à la période du signal de stimulation, en un lieu précis du jet en aval de la buse.

20 Cette fragmentation forcée du jet d'encre est usuellement induite en un point dit de " brisure " 6 du jet. Le dispositif de stimulation le plus souvent utilisé est une céramique piézo-électrique placée dans l'encre en amont de la buse.

25 Au point dit « de brisure » du jet, le jet continu se transforme en un train 9 de gouttes d'encre identiques et régulièrement espacées. Ce train chemine suivant une trajectoire correspondant à l'axe d'éjection des gouttes qui rejoint sensiblement, par  
30 construction géométrique de la tête d'impression, le centre de la gouttière 3 de récupération.

L'électrode de charge 7, individuelle pour chaque jet, est située au voisinage du point de brisure du jet. Elle est destinée à charger sélectivement chacune des gouttes formée à une valeur de charge électrique prédéterminée. Pour ce faire, l'encre étant maintenue à un potentiel électrique fixe dans le générateur de gouttes, une tension déterminée est appliquée à l'électrode de charge 7, différente pour chaque goutte.

Une quantité de charges électriques, dépendant du niveau de tension de l'électrode 7, est créée sur le jet en amont du point de brisure du jet par effet électrostatique et est embarquée par la goutte au moment où elle se détache du jet. La tension de charge à appliquer est générée par le contrôleur 110 et acheminée vers la tête 1. On peut remarquer que cette commande de charge est individuelle pour chaque jet présent dans la tête à jet d'encre continu multi-défléchi. En effet, les séquences de charge et l'évolution temporelle du signal sont différentes pour chaque jet.

Le signal de charge est synchronisé avec le signal de stimulation, mais avec un déphasage propre à chaque jet déterminé avec le dispositif décrit ci-dessous.

Un dispositif de détection de gouttes 8 est disposé en aval de l'électrode de charge 7, fournissant au contrôleur 110 un signal lui permettant de mesurer la charge électrique réellement embarquée par les gouttes ainsi que la vitesse de ces gouttes dans la tête. Ce dispositif 8 capte le courant induit par effet

capacitif lors du passage de gouttes spécifiquement chargées à proximité de la surface sensible d'un (ou plusieurs) capteur électrostatique. Un exemple de ce type de dispositif est décrit dans le brevet FR2636884  
5 de Markem-Image ou dans le brevet Linx US6467880.

Ce signal est véhiculé jusqu'au contrôleur, avec des moyens de blindage appropriés, pour ne pas être bruité par des signaux très énergétiques, par exemple des signaux de charge.

10 En aval de l'électrode de charge, des plaques de déflexion 4 sont placées de part et d'autre de la trajectoire des gouttes. Ces 2 plaques sont portées à un potentiel électrique relatif fixe, de plusieurs milliers de volts, produisant un champ  
15 électrique  $E_d$  sensiblement perpendiculaire à la trajectoire des gouttes. Cette différence de potentiel est générée au niveau du pupitre 110 et est transmise à la tête avec une isolation électrique adaptée.

Ce champ électrique  $E_d$  est donc capable de  
20 défléchir les gouttes chargées électriquement qui s'engagent entre les plaques 4. L'amplitude de la déflexion est fonction de la charge et de la vitesse de ces gouttes. Ces trajectoires défléchies 10 échappent à la gouttière 3 pour impacter le support à imprimer 11.

25 Le placement des gouttes, à l'intérieur de la matrice d'impacts de gouttes à imprimer sur ce support 11, est obtenu par la combinaison de la déflexion individuelle donnée aux gouttes du jet et du déplacement relatif entre la tête et le support 11 à  
30 imprimer.

La gouttière 3 de récupération des gouttes non imprimées capte l'encre non utilisée pour la retourner vers le circuit d'encre 100 afin d'être recyclée. Les gouttes non imprimées sont celles qui  
5 n'ont pas été chargées ou dont la charge est trop faible pour que leur déflexion les conduise hors de la gouttière.

Le fonctionnement de la gouttière et la stabilité de l'orientation du jet non défléchi  
10 contribuent à la robustesse de fonctionnement de l'imprimante. C'est pourquoi on trouve, habituellement au niveau de la gouttière, un capteur dont le signal permet au contrôleur d'analyser le flux d'encre capté dans la gouttière. Dans les machines (par exemple Imaje  
15 Série 9020) de l'art antérieur, le capteur observe le comportement résistif du flux d'encre entrant dans la gouttière.

Le principe de cette mesure consiste à injecter un courant électrique connu dans une  
20 résistance formée par la veine liquide et à prélever la tension résultante. Cette tension est acheminée vers le contrôleur 110 avec un blindage approprié car le signal peut être facilement bruité.

Un tel dispositif comporte en outre des  
25 composants hydrauliques de commutation, de distribution des fluides ou de protection. Certains de ces composants sont passifs comme les clapets, les conduits ou les filtres. D'autres sont actifs, comme les électrovannes 410, et nécessitent une commande  
30 électrique élaborée au niveau du contrôleur 110 et transmis par l'ombilic 15 jusqu'à la tête 1.

Enfin, il réalise des fonctions électroniques ou électriques simples comme :

- des préamplificateurs pour les signaux faibles générés au niveau de la tête (par exemple pour la détection de gouttes) qui nécessitent une alimentation électrique pour fonctionner,

- un éclairage stroboscopique synchronisé sur le signal de stimulation, permettant d'observer la brisure périodique du jet,

- et, dans certains cas, un élément de chauffage de la tête ou des contacts tout ou rien (sécurité d'ouverture du capot, codage de type de tête, ...).

Toutes ces fonctions sont reliées au contrôleur 110 par des conducteurs qui transitent, eux aussi, par le câble ombilic 15.

Un pupitre d'imprimante 20 renferme principalement le circuit d'encre 100, le contrôleur 110 de pilotage de l'imprimante et une interface utilisateur 120 pour permettre l'interaction avec l'imprimante.

Le circuit d'encre 100 réalise principalement les fonctions suivantes :

\* fourniture d'encre de qualité adéquate sous pression au générateur de gouttes de la tête 1,

\* récupération et recyclage des fluides non utilisés pour imprimer en retour de la gouttière de la tête 1,

\* aspiration pour la purge du générateur de gouttes situé dans la tête 1,

\* fourniture de solvant à la tête 1 pour le rinçage effectué pendant les opérations de maintenance de la tête.

On peut également ajouter aux fonctions  
5 ci-dessus la fourniture d'air sous pression pour la pressurisation de la tête, utile pour préserver la tête d'une pollution externe.

Ces 5 fonctions sont associées chacune à un conduit reliant le circuit d'encre 100 et la tête 1.

10 Le contrôleur 110 se compose généralement d'une (ou plusieurs) carte électronique et de logiciels embarqués qui assurent le pilotage du circuit d'encre 100 et de la tête d'impression 1.

En ce qui concerne le pilotage de la tête,  
15 les solutions de l'art antérieur nécessitent d'implémenter sur la carte du contrôleur 110 les différentes fonctions électroniques analogiques et logiques permettant d'activer les organes de la tête au travers de l'ombilic 15. On trouve notamment, dans le  
20 contrôleur 110:

\* un amplificateur du signal piézoélectrique pour la stimulation du jet (signal périodique d'une centaine de volts crête à crête),

\* un amplificateur de charge (signal de  
25 charge énergétique, pouvant atteindre 300 volts),

\* une électronique de détection de charge des gouttes en vol permettant d'amplifier et de traiter le signal de détection de phase pour en déduire la bonne synchronisation de charge et la vitesse du jet,

30 \* une électronique de détection de gouttière qui génère un signal d'excitation du capteur

gouttière et traite le signal en réponse pour caractériser le fonctionnement de la récupération d'encre dans la gouttière,

\* des drivers de commande d'électrovannes,  
5 \* un driver de pilotage de la LED stroboscopique d'observation de la brisure,

\* un bloc d'alimentation THT des plaques de déflexion 4 générant une tension de plusieurs milliers de volts à partir des alimentations basse tension,

10 \* des alimentations électriques pour l'amplificateur de stimulation (100V) et de charge (350V), réalisés à partir des alimentations basse tension,

\* d'autres fonctions : contact capot,  
15 chauffage.

L'ombilic 15 relie le pupitre 20 à la tête d'impression 1 et contient les liaisons hydrauliques et électriques évoquées plus haut.

La figure 2 montre une coupe d'un câble  
20 ombilic 15 de l'art antérieur reliant le pupitre d'une imprimante de type 9040 de la société Markem-Imaje à une tête comportant jusqu'à 2 jets.

On retrouve dans ce câble ombilic:

\* les 5 conduits hydrauliques évoqués plus  
25 haut : le tuyau de récupération 210 de fort diamètre au centre, le tuyau d'encre 211 et le tuyau de purge 212, tous deux de diamètre moyen, le tuyau solvant 213, de petit diamètre, et le tuyau de pressurisation en air 214,

30 \* le câble coaxial 220 du signal de stimulation, de forte section, qui transporte un signal

énergétique de l'ordre de 100 volts crête à crête doit posséder un blindage efficace pour limiter la diaphonie avec les autres signaux transportés par l'ombilic,

\* les fils de charge 230 (un par jet), qui transportent des signaux de forte amplitude (jusqu'à 300 volts) et à fronts de montée très raides. Ces fils sont de diamètre important pour respecter le besoin d'une isolation suffisante et d'une charge capacitive la plus faible possible,

\* les câbles coaxiaux 221, 222 de détection de gouttes et gouttière (un de chaque par jet), qui acheminent des signaux délicats de la tête 1 vers le contrôleur 110 et nécessitent un blindage adéquat, ce qui conduit à un diamètre conséquent,

\* les fils 231, qui alimentent en très haute tension THT (+/-4000 volts) les plaques de déflexion. Leur isolation doit être très épaisse et leur capacité accumule une énergie qu'il faut prendre en compte dans la conception de la tête pour éviter des décharges dangereuses en cas de court-circuit des plaques,

\* le fil de terre 232, de fort diamètre, qui assure une bonne équipotentialité entre les différents sous-ensembles de la machine,

D'autres fils 240, simples et de relativement faible diamètre, sont présents : un fil pour mettre l'encre à 0 volt, 3 fils d'alimentation électrique pour véhiculer 2 tensions (+/-15 volts), 2 fils de pilotage de la LED stroboscopique, 4 fils de commande des électrovannes de la tête 1, 2 fils de

contact du capot et 2 fils pour le chauffage anti-condensation.

Le bilan est de 24 fils et câbles coaxiaux (auxquels est rajouté un fil de dépannage) dont 10 sont  
5 de diamètre important.

L'ombilic décrit ci-dessus est intégré, c'est-à-dire que les conduits et conducteurs sont agencés de manière compacte, et sont enveloppés dans un treillis de blindage 201, l'ensemble étant surmoulé  
10 dans une gaine extérieure 202. Cette technologie est à opposer à celle des ombilics de type « anaconda » dans lesquels les conduits et conducteurs sont insérés dans une gaine annelée indépendante qui leur sert de fourreau.

15 L'ombilic de l'art antérieur décrit ci-dessus est relativement compact avec 15mm de diamètre, mais ses dimensions, son poids et sa raideur constituent une gêne pour l'intégration de la tête d'impression dans une ligne de production ou  
20 d'emballage. Il peut être considéré comme un de ceux possédant le plus faible diamètre parmi les principaux fournisseurs d'imprimantes à jet d'encre continu : par exemple, la Linx 4900 a un ombilic intégré de diamètre supérieur à 16mm, de même que les machines Domino A200  
25 ou A300, Videojet Excel ou Hitachi PX, qui ont des ombilics de type « anaconda », de diamètre supérieur à 20mm.

Cependant, cet ombilic reste complexe :

- le nombre de fils électriques passant  
30 dans l'ombilic est important (plus d'une vingtaine de fils pour une tête à un jet),

- le nombre de fils dans l'ombilic augmente avec le nombre de jets à piloter dans la tête (3 par jet supplémentaire),

5                   - parmi les nombreux fils électriques de l'ombilic, 1/3 environ sont des fils techniques, et donc coûteux (dans l'exemple ci-dessus : 3 fils coaxiaux- 2 fils conducteurs THT à forte isolation- 1 gros diamètre- 14 fils de petit diamètre et 3 fils techniques en plus par jet supplémentaire),

10                   - l'assemblage au niveau de la tête d'impression est complexe à cause de la connexion de nombreux fils dans un espace exigu, coûteux en matériel (si l'assemblage est réalisé par des connecteurs complexes) et/ou en temps opératoire (s'il est réalisé  
15 par soudure, ou sertissage),

- la qualité de transmission des signaux nécessite l'utilisation d'une quantité significative de matériaux nobles (cuivre, or) et coûteux.

Cet ombilic est, par ailleurs, difficile à  
20 intégrer sur une chaîne de production :

- le diamètre et le poids en sont importants. Les diamètres mesurés sur les machines de l'art antérieur sont compris entre 16mm et 22mm (Image 9020 : 16mm, Domino A200/A300 : 22mm, Videojet  
25 EXCEL : 21.7mm, Lynx 4900 : 16.5mm). Avec le diamètre de l'ombilic, c'est également celui de la tresse de masse du blindage extérieur de l'ombilic qui augmente avec un effet significatif sur le poids et le coût de l'ombilic : la surface de tresse de masse du blindage  
30 extérieur de l'ombilic, élément lui aussi onéreux, augmente en rapport du périmètre du câble,

- la raideur et le rayon de courbure statique minimum sont importants et augmentent l'encombrement d'intégration de la tête. La plupart du temps, l'ombilic est monté dans le prolongement de la  
5 tête, ce qui nécessite un espace important en plus de celui de la tête lors de l'intégration sur une ligne de production.

Il se pose également un problème de limitation de la longueur de l'ombilic, liée aux  
10 performances de l'électronique installée sur la carte du contrôleur 110, car la charge capacitive augmente avec la longueur de l'ombilic 15. Cette charge capacitive influence la rapidité des fronts temporels des signaux et sur le courant nécessaire dans les  
15 signaux transitoires.

Ce type de réalisation de l'art antérieur nécessite en outre un surdimensionnement de l'électronique analogique située sur la carte du contrôleur 110.

20 Cette électronique est en effet dimensionnée pour gérer la charge capacitive de l'ombilic 15 qui est la majeure partie de la charge capacitive totale (ombilic + tête).

Les composants électroniques mis en œuvre  
25 sont donc chers et encombrants et leur puissance doit être adaptée.

De plus, le coût global est à considérer avec les effets induits sur la surface de carte électronique, et la dissipation thermique.

30 Il s'en suit une consommation électrique élevée, une génération de calories qu'il est nécessaire

d'évacuer, et une surface de carte importante pour implémenter l'électronique.

Enfin, la majeure partie de la puissance du bloc THT est utilisée pour alimenter la charge  
5 capacitive de l'ombilic lors des signaux transitoires.

Il se pose donc le problème de trouver une nouvelle architecture d'un dispositif de type imprimante à jet continu.

Il se pose également le problème de trouver  
10 une nouvelle structure de câble de liaison permettant de relier les éléments de l'architecture d'un dispositif de type imprimante à jet continu.

Il se pose également le problème de trouver une nouvelle structure de tête d'impression d'un  
15 dispositif de type imprimante à jet continu.

Il se pose également le problème de trouver un nouveau procédé de transfert de données, entre une tête d'impression et ses moyens distants de contrôle, dans un dispositif de type imprimante à jet continu.

## 20 **EXPOSE DE L'INVENTION**

L'invention propose d'abord un câble d'alimentation d'une tête d'impression d'une imprimante à jet d'encre continu, comportant :

- des moyens d'alimentation en fluides de  
25 la tête,

- des moyens formant une liaison série numérique bidirectionnelle pour transmettre des données numériques entre la tête et des moyens de pilotage de l'imprimante,

30 - des moyens d'alimentation basse tension.

Les moyens formant une liaison série numérique bidirectionnelle peuvent comporter une ligne série filaire, ou une fibre optique, ou des moyens pour faire circuler un courant porteur sur les alimentations  
5 ou tout support conducteur, par exemple l'encre, reliant le pupitre à la tête d'impression.

Le câble d'alimentation selon l'invention ne véhiculant que des basses tensions (inférieures à quelques dizaines de volts, par exemple inférieures à  
10 20 V ou à 10V, par exemple encore des tensions de 5 et/ou 15 V), il n'y a aucun risque de déclenchement d'une anomalie qui serait liée à la présence simultanée, dans le câble, d'une part des fluides qui alimentent la tête d'impression et d'autre part d'une  
15 haute tension.

Des moyens formant blindage du câble peuvent être prévus.

En outre, un tel câble d'alimentation peut comporter des moyens assurant l'équipotentialité entre  
20 la tête et les moyens de pilotage de l'imprimante.

Très avantageusement, un câble d'alimentation selon l'invention a un diamètre extérieur inférieur à 14 mm.

L'invention concerne également un  
25 dispositif électronique de contrôle d'une tête d'impression d'une imprimante à jet d'encre continu, comportant notamment des moyens de formation de gouttes, des moyens de charge des gouttes et des moyens de déflexion des gouttes, et comportant également des  
30 moyens numériques formant un circuit électronique de commande :

- pour recevoir des données numériques reçues de moyens distants de pilotage, et pour envoyer des données numériques à ces moyens de pilotage,

- pour convertir une partie des données  
5 numériques reçues en signaux de commande, dont certains peuvent être analogiques, de moyens de formation de gouttes, de moyens de charge des gouttes et de moyens de déflexion des gouttes,

- pour contrôler des moyens de génération  
10 d'au moins une haute tension à partir de signaux basse tension en provenance des moyens de pilotage.

Les moyens formant circuit électronique de commande, peuvent recevoir en outre des données numériques d'au moins un capteur de charge des gouttes  
15 et/ou d'un capteur de gouttière de récupération des gouttes et/ou des données numériques d'au moins un capteur de température situé dans la tête d'impression. Un ou plusieurs de ces capteurs peut être de type analogique, les données numériques résultant de la  
20 numérisation des signaux analogiques fournis par le ou les capteurs correspondants.

Les moyens formant circuit électronique de commande, reçoivent des données numériques des moyens de pilotage, puis envoient des données numériques à ces  
25 moyens de pilotage, à une fréquence d'échange de données, par exemple un multiple de la fréquence de formation de gouttes.

L'invention concerne également une imprimante à jet d'encre continu, comportant :

30 - des moyens de pilotage,

- une tête d'impression, comportant un dispositif électronique de contrôle selon l'invention, tel que décrit ci-dessus,

- un câble d'alimentation de la tête  
5 d'impression, selon l'invention, tel que décrit ci-dessus.

Elle peut en outre comporter des moyens formant un circuit d'encre.

L'invention concerne également un procédé de contrôle d'une tête d'impression d'une imprimante à  
10 jet d'encre continu à l'aide de moyens de pilotage, comportant :

- l'envoi, par les moyens de pilotage, et la réception, par la tête d'impression, au moins de données numériques de commande de moyens de formation  
15 de gouttes, de moyens de charge des gouttes et de moyens de déflexion des gouttes, et d'alimentations basse tension,

- l'envoi, par la tête d'impression, et la réception, par les moyens de pilotage, au moins de  
20 données numériques d'au moins un capteur de charge des gouttes et d'un capteur de gouttière de récupération des gouttes.

L'envoi et la réception de données sont de préférence réalisés par liaison série numérique  
25 bidirectionnelle.

L'invention propose d'abord un système, ou un procédé, ou un câble de communication entre le pupitre d'une imprimante à jet d'encre continu et sa  
tête d'impression, qui permet de diminuer très  
30 sensiblement le nombre de fils dans l'ombilic et donc son diamètre et sa raideur ; ceci permet notamment de

faciliter l'intégration de la tête dans des lignes de production.

L'invention propose également un système, ou un procédé, ou un câble de communication entre le pupitre d'une imprimante à jet d'encre continu et sa  
5 tête d'impression, qui permet d'assurer la transmission des données utiles au fonctionnement de la tête d'impression et des signaux temporels permettant l'activation synchronisée des différentes fonctions de  
10 la tête, sur une seule ligne série numérique bidirectionnelle synchrone.

Cette ligne peut être mise en œuvre par diverses technologies de liaison comme par exemple une liaison filaire, ou une liaison par fibre optique ou  
15 une liaison par courant porteur sur des fils d'alimentation électrique ou tout support conducteur reliant le pupitre à la tête d'impression.

Dans un mode préféré de l'invention, toutes les données circulant entre le pupitre et la tête de  
20 l'imprimante sont numérisées. Il n'existe donc aucun signal analogique transitant par l'ombilic.

Seule une alimentation électrique basse tension est acheminée vers la tête (mais elle n'est pas considérée comme un signal). Dans une variante de  
25 l'invention, les alimentations peuvent supporter des signaux numériques par courant porteur ce qui diminue le nombre de fils nécessaires dans l'ombilic. Dans cette configuration toute l'électronique analogique de pilotage de la tête est installée dans celle-ci et est  
30 commandée par le circuit numérique de contrôle de la tête d'impression.

**BREVE DESCRIPTION DES FIGURES**

La figure 1 est un schéma d'une imprimante de l'art antérieur.

La figure 2 est une vue en coupe d'un  
5 ombilic de l'art antérieur.

La figure 3 est un schéma d'une imprimante selon l'invention.

Les figures 4A-4C représentent un protocole selon l'invention et le déroulement temporel des  
10 évènements dans la ligne de communication d'un dispositif selon l'invention.

La figure 5 est un schéma d'un circuit de contrôle selon l'invention.

La figure 6 est un schéma de l'électronique  
15 implantée dans la tête déportée d'un dispositif selon l'invention.

La figure 7A est une vue en coupe de l'ombilic selon la présente invention.

La figure 7B est une vue en coupe d'une  
20 variante d'un ombilic selon la présente invention.

**DESCRIPTION DETAILLEE DE MODES PREFERES DE REALISATION**

Un exemple d'une structure de dispositif d'impression selon l'invention est illustré en figure 3. Certaines références numériques sont identiques à  
25 celles de la figure 1 et désignent alors des éléments qui ne sont pas particulièrement modifiés par rapport à cette figure 1 et qui fonctionnent de la manière déjà décrite ci-dessus.

D'autres références numériques de la figure  
30 3 sont affectées, par rapport à celle de la figure 1,

de la lettre « a ». Elles désignent alors des éléments modifiés par rapport à la structure décrite ci-dessus en liaison avec la figure 1.

On note également, sur cette figure 3, la  
5 présence de moyens électroniques ou d'un circuit numérique 417, qui va permettre de traiter les données en provenance du pupitre 20a, et qui va également permettre de transmettre à ce dernier des données en provenance de la tête d'impression 1a, et notamment des  
10 données numériques résultant de la numérisation de signaux analogiques mesurés par des capteurs de la tête.

Cette dernière contient donc des moyens  
2, 5 de formation de gouttes, des moyens 7 de charge  
15 des gouttes et des moyens 4 de déflexion pour diriger les gouttes vers une surface 11 à imprimer. Plus précisément, elle comporte un générateur de gouttes 2 et une buse 5 qui permettent de produire un jet d'encre 9. Au point 6 de brisures du jet, celui-ci se  
20 transforme en un train 9 de gouttes d'encre identiques et régulièrement espacées. Des électrodes de charge 7 sont situées au voisinage du point de brisures du jet. Un dispositif 8 de détection de gouttes est disposé en aval des électrodes de charge 7, et le jet est ensuite  
25 dévié par des plaques de déflexion 4 placées de part et d'autre de la trajectoire des gouttes. Les gouttes non défléchies sont récupérées par la gouttière 3, tandis que les gouttes défléchies 10 viennent former un impact sur la surface du support 11 à imprimer. Des  
30 explications plus détaillées sur le fonctionnement des divers moyens 2 - 8 sont données dans l'introduction à

la présente demande et font partie de la présente description. L'ensemble de ces moyens sont pilotés ou contrôlés par les moyens électroniques 417.

Sur la figure 3, le pupitre 20a contient un  
5 circuit d'encre 100 et un contrôleur 110a de pilotage de l'imprimante reliés à la tête 1a par un ombilic 15a.

Une interface utilisateur 120 permet l'interaction avec l'imprimante.

Le circuit d'encre 100 comporte  
10 essentiellement les moyens déjà décrits ci-dessus en liaison avec la figure 1, pour assurer les mêmes fonctions de fourniture de l'encre, de récupération et de recyclage des fluides non utilisés, d'aspiration pour la purge du générateur 2 de gouttes, de fourniture  
15 de solvant à la tête pour le rinçage, et éventuellement de fourniture d'air sous pression pour la pressurisation de la tête 1a. Là encore, on pourra se reporter aux explications déjà données ci-dessus.

On décrit maintenant un procédé de  
20 transmission des données selon l'invention, entre la tête d'impression 1a et les moyens 110a de commande.

Selon l'invention, la transmission des données est mise en œuvre de préférence par une liaison série numérique. Pratiquement, les fils correspondants  
25 sont disposés dans l'ombilic 15a qui relie les moyens 110a et la tête 1a. L'ombilic sera décrit en détail plus loin.

La liaison série peut être mise en œuvre par une ligne série filaire, ou par une fibre optique,  
30 ou par un courant porteur sur les alimentations ou tout support conducteur reliant le pupitre à la tête

d'impression (blindage, ou fils de terre, ou encre conductrice du conduit pression). Une utilisation des courants porteurs est alors d'injecter en superposition sur les signaux ou tensions d'alimentation présents sur  
5 un fil, un signal de faible amplitude et de fréquence très différente des signaux déjà présents pour véhiculer des données numériques qui seront facilement extraites du signal de base par filtrage. Ainsi le même conducteur peut servir à transporter plusieurs types de  
10 signaux, par exemple tension d'alimentation et signal numérique sans que l'un ou l'autre ne soit fonctionnellement perturbé. Mais, de préférence, on met en œuvre une liaison filaire différentielle synchrone utilisant 2 paires torsadées véhiculant les signaux de  
15 données et d'horloge, ce qui permet une bonne immunité au bruit électromagnétique (le bruit en mode commun étant éliminé). La transmission des données est alors synchrone avec une horloge.

Une liaison série numérique  
20 bidirectionnelle permet en outre les contrôles, et la circulation des données et informations temporelles entre le pupitre 110a et la tête 1a pour assurer l'impression et le contrôle de cette dernière.

La liaison entre le pupitre et la tête de  
25 l'imprimante à jet d'encre continu ne comporte aucun signal analogique, hormis l'alimentation électrique basse tension de la tête par le pupitre 110a (qui n'est pas considérée comme un signal).

Un procédé, ou un protocole, de  
30 transmission de données ou de signaux selon l'invention permet notamment de coder et de reconstituer un signal

de stimulation, qui permet de générer le signal d'excitation piézoélectrique dont les caractéristiques, en particulier la fréquence, sont adaptées au point de fonctionnement de la tête pilotée.

5 Ce point de fonctionnement relie le diamètre de buse de projection des gouttes, la fréquence de projection des gouttes 9 et la vitesse du jet. Il peut être adapté en fonction du besoin de l'utilisateur en termes de résolution et vitesse  
10 d'impression par exemple; la fréquence du signal de stimulation peut donc varier pour un même système de communication selon l'invention.

Un procédé de transmission selon l'invention permet en outre de synchroniser, avec la  
15 génération de chaque goutte, la génération et l'application des tensions de charge aux électrodes 7 de charge.

Un exemple de protocole de transmission selon l'invention est représenté sur les figures 4A-4C,  
20 où T désigne la période piézoélectrique. Plus précisément :

- la figure 4A représente le signal d'horloge 370 du système,
- la figure 4B représente d'une part les  
25 signaux numériques relatifs aux données du système :
  - o les données (encore appelées données montantes) transmises pendant une première partie 310 du cycle de transmission, depuis les moyens 110a vers la tête 1a, et notamment l'état de charge d'une goutte,  
30 et/ou l'état des électrovannes, et/ou des LED,

o les données (encore appelées données descendantes) transmises pendant une deuxième partie 320 du cycle de transmission, depuis la tête 1a vers les moyens 110a.

5 Les références 140 et 340 désignent sur cette figure 4B des signaux de synchronisation.

- La figure 4C est un graphique illustrant l'inversion du sens de transmission des données, avec notamment un retournement 330 de ce sens en milieu de  
10 période piézoélectrique.

Comme on l'a vu précédemment, la tête 1a est alimentée par des données venant du contrôleur 110a (en particulier les tensions de charge) et, en retour, fournit à celui-ci des données qu'elle génère.

15 On distingue donc les données montantes du pupitre 110a vers la tête 1a, et les données numériques descendantes, qui vont de la tête 1a vers le pupitre 110a.

De préférence, un protocole selon  
20 l'invention met en œuvre un cycle d'échange des données d'une durée égale à celle d'une période T de goutte 300 (c'est le cas de la figure 4) ou une fraction entière de la période T (donc  $T/n$ , avec n nombre entier  $> 1$ ).

L'enchaînement des cycles d'échange des  
25 données se fait alors à une fréquence dite « fréquence goutte » ou à un multiple entier de cette fréquence. Pendant une partie 310 du cycle, la ligne de données 360 transmet les données montantes sous forme d'un train de bits synchrone avec le signal 370 d'horloge de  
30 la ligne (figure 4A) ; ces données seront utilisées par la tête 1a pendant la « période goutte » suivante.

Lorsque la transmission des données montantes est terminée (à l'instant désigné par la référence 330), le sens de communication est inversé et une deuxième partie 320 du cycle concerne le transfert, dans l'autre sens, des données descendantes, également sous forme d'un train binaire. Le sens de transfert est représenté par l'état haut ou bas du signal 380 (figure 4C).

Avant d'être relancé pour la prochaine période goutte (qui débute en 350, 350',...), le cycle se termine par un signal 340 émis sur la ligne de données 360, permettant la resynchronisation de la communication des 2 côtés de la ligne, c'est-à-dire du côté du circuit de la tête et du circuit du contrôleur.

En pratique, la fréquence de transmission des données sur cette ligne bidirectionnelle est un multiple de la fréquence goutte (qui peut être, comme on l'a vu, adaptée en fonction du type de tête). Dans une réalisation particulière de l'invention, la transmission des bits est réalisée à 200 fois la fréquence goutte, soit 100 bits montants et 100 bits descendants à chaque période goutte. Mais on peut utiliser, plus généralement une transmission des bits à N fois la fréquence goutte, avec N/2 bits montants et N/2 bits descendants. D'autre part, le nombre de bits disponible dans le sens montant ou descendant peut ne pas être utilisé en totalité, les bits inutilisés pouvant supporter des évolutions du système (commande de tête multi-jet par exemple).

Le protocole de communication série permet de coder et de régénérer le signal de stimulation :

\* la fréquence de transmission des bits sur la ligne série est un multiple de la fréquence de stimulation du jet (ou de la fréquence gouttes),

\* l'inversion de sens de communication sur la ligne est synchrone avec les fronts de l'horloge de stimulation.

La transmission des données est synchrone de la période goutte :

\* les données utilisées pour l'impression d'une goutte sont transmises lors de la période goutte précédente. Le flux de données est donc synchronisé sur la génération de gouttes,

\* la transmission des données montantes (pupitre vers tête) se fait sur une demie période du cycle d'échange des données et la transmission des données descendantes se fait sur l'autre demie période.

Le train de bits des données numériques transmises vers la tête d'impression la (les données « montantes », transmises pendant la période 310) est constitué par la concaténation des valeurs numériques codées sous forme de mots binaires dans un format fixe, connu pour chaque valeur. Un CRC (code de redondance cyclique), calculé sur 8 bits, est ajouté à ce train de bits pour permettre de vérifier l'intégrité des données.

On peut trouver, dans ce train de bits montant, les données suivantes sous forme numérique :

\* le code de la phase à utiliser pour synchroniser la charge de la prochaine goutte, ce code permettant de définir un décalage temporel entre le front montant du signal de stimulation et l'instant

d'application de la tension de charge aux électrodes de charge afin que la tension soit appliquée aux électrodes de charge avant ou légèrement avant la brisure du jet,

5                   \* et/ou la valeur de la tension de charge à appliquer aux électrodes de charge 7 en vue de charger la prochaine goutte,

                  \* et/ou la durée pendant laquelle cette tension de charge est appliquée à ces électrodes de charge,  
10

                  \* et/ou l'amplitude du signal de stimulation, qui va permettre de briser le jet d'encre à intervalles réguliers.

Ces premières informations sont envoyées  
15 pour chaque jet à piloter, leur nombre est donc à multiplier par le nombre de jets à piloter.

On peut trouver également, dans ce même train de bits montant, les données suivantes :

                  \* la commande d'une ou plusieurs  
20 électrovannes 410 (décrite plus en détail plus loin),

                  \* et/ou la consigne THT et/ou la commande du bloc THT de la tête (moyens 411 de la figure 6),

                  \* et/ou la commande des alimentations 406, 408,

25                   \* et/ou la commande, par exemple, d'un multiplexeur de mesure, permettant de sélectionner et de numériser la sortie des moyens 404a de détection de goutte et/ou la sortie des moyens 404b de détection de récupération (dans la gouttière de récupération 3),  
30 comme on le verra plus loin. Le multiplexage peut être étendu aux signaux de plusieurs jets,

\* et/ou un CRC pour le contrôle d'erreur de communication.

Ces informations ci-dessus peuvent être modifiées à chaque période « goutte » et seront  
5 appliquées aux organes de la tête lors de la prochaine période « goutte ».

Le train de bits des données transmises vers le circuit 110a de contrôle (les données « descendantes», transmises pendant la période 320)  
10 comporte :

\* au moins une partie des données numériques qui résultent de la numérisation des signaux physiques (analogiques) des capteurs 404a, 404b de la tête, par exemple ces signaux sont aiguillés par un  
15 multiplexeur de mesure vers un convertisseur analogique/numérique 405 de la tête. La succession des données numériques obtenues à chaque période de goutte permet de reconstituer, dans le contrôleur 110a, le signal détecté au niveau de la tête 1a,

20 \* et/ou la température de la tête (qui résulte de la mesure par les moyens 407 de mesure de température),

\* et/ou les informations de type logique comme la détection de présence du capot ou les défauts  
25 d'alimentation,

\* et/ou des numéros de série ou de version,

\* et/ou un CRC pour le contrôle d'erreur de communication.

L'inversion, à l'instant 330 du sens de  
30 transfert des données, est réalisée lorsqu'un nombre prédéterminé  $N_m$  de bits transportant au moins les

données montantes a été transmis. Sont alors transmises  $N_d$  bits correspondant aux données descendantes,  $N_d$  étant lui aussi un nombre prédéterminé. Ce comptage des bits est réalisé par chacun des moyens électroniques,  
5 respectivement de la tête 1a et du contrôleur 110a.

Les données montantes sont reçues par la tête 1a, et traitées par un circuit, par exemple de type circuit logique programmable, ou réseau logique programmable, par exemple de type « FPGA ». C'est le  
10 circuit 400 de la tête 1a.

Les données descendantes sont reçues dans le contrôleur 110a, par un circuit qui les met en forme pour être utilisables par les moyens de traitement du contrôleur, ce circuit étant par exemple de type  
15 circuit logique programmable, ou réseau logique programmable, par exemple de type « FPGA ». C'est le circuit 112 de la figure 5.

Les données sont donc élaborées ou utilisées sous forme numérique par le contrôleur 110a  
20 où aucune fonction analogique n'est nécessaire pour gérer le fonctionnement de la tête.

Pour une transmission par liaison série, les données montantes subissent une conversion parallèle/série au départ du contrôleur 110a, tandis  
25 que les données descendantes subissent une conversion série/parallèle à la réception par le contrôleur 110a.

Tous les traitements des données par le contrôleur 110a se font de préférence de manière numérique ce qui simplifie significativement  
30 l'électronique de celui-ci par rapport aux solutions de l'art antérieur, puisqu'aucune fonction analogique

n'est plus nécessaire dans le contrôleur 110a pour gérer le fonctionnement de la tête. De préférence, un contrôleur d'un dispositif selon l'invention ne comporte pas de moyens de traitement de signaux  
5 analogiques associés au contrôle de la tête.

Il comporte, comme illustré en figure 5, le circuit 112, qui permet d'envoyer à la tête la les données numériques permettant de piloter cette dernière. Il reçoit en outre les données descendantes,  
10 et peut les traiter, il utilise ces données pour le contrôle de la tête et du circuit d'encre 100 (au travers de l'interface électronique 118) et peut les envoyer aux moyens 120 au travers de l'interface de communication 117 pour informer l'utilisateur sur  
15 l'état de fonctionnement de l'imprimante. Il comporte des moyens de mémorisation pour mémoriser les instructions relatives aux traitements des données, qu'il s'agisse des données montantes ou des données descendantes

20 Il comporte une unité centrale embarquée, qui comprend elle-même un microprocesseur 113, un ensemble de mémoires non volatiles 114 et RAM 115, des circuits périphériques 116, tous ces éléments étant couplés à un bus.

25 Les moyens 120 permettent à un utilisateur d'interagir avec une imprimante selon l'invention, par exemple en effectuant la configuration de l'imprimante pour adapter son fonctionnement aux contraintes de la ligne de production (cadence, vitesse d'impression, ...)  
30 et plus généralement de son environnement, et/ou la préparation d'une session de production pour

déterminer, en particulier le contenu de l'impression à réaliser sur les produits de la ligne de production, et/ou en présentant les informations temps réel du suivi de production (état des consommables, nombre de produits marqués, ...)

Dans un mode de réalisation préféré de l'imprimante selon l'invention, les moyens électroniques analogiques et les moyens électroniques logiques de pilotage de la tête la ainsi qu'un ou plusieurs moyens d'alimentation sont implantés dans la tête la elle-même.

La figure 6 schématise les moyens électroniques d'un mode de réalisation préféré de la tête. Ces moyens comportent notamment :

- des moyens 408 générateurs d'alimentation, qui permettent de générer les tensions à mettre en œuvre, par exemple ici une tension de + 350 V, une tension de + 80 V, une tension de - 15 V, une tension de + 3,3 V, et une tension de + 1,5 V. Ces moyens 408 reçoivent une tension faible, par exemple un signal de + 15 V et un signal de + 5 V. Aucune tension élevée n'est donc transmise du contrôleur 110a à la tête la,

- un convertisseur CAD 405, qui reçoit, via le multiplexeur 404 les signaux analogiques du capteur 404b de gouttière et du capteur 404a de gouttes,

- des moyens 411 générateurs d'alimentation haute tension, qui permettent de générer les tensions de plusieurs milliers de volts à appliquer aux plaques 4 de déflexion,

- des moyens amplificateurs 401, 403, qui fournissent les signaux à appliquer, respectivement aux

moyens piézoélectriques 401a, et aux électrodes 7 de charge,

- un convertisseur numérique/analogique 402, qui fournit un signal analogique en entrée de l'amplificateur 403, sur la base de signaux provenant du circuit 400.

Un capteur de température 407 permet de mesurer la température dans la tête. Il est relié au circuit 400 par une ligne série locale 407'.

Le circuit 400 de la tête, outre le codage et décodage des données 360, 370 transmises sur la ligne de communication avec le contrôleur, assure les fonctions suivantes.

Tout d'abord, pour contrôler les divers éléments de la tête, il élabore différents signaux de contrôle à partir des données numériques montantes présentes sur la ligne 360 :

\* le signal de stimulation, dont la période est reconstituée à partir des instants d'inversions de sens de communication sur la ligne série 360 bidirectionnelle et dont l'amplitude est définie par une partie des données numériques montantes, ce signal étant élaboré en vue d'une application à l'amplificateur de stimulation 401,

\* et/ou le signal de commande des électrodes de charge, par exemple un convertisseur numérique/analogique série 402 qui génère le signal de charge en synchronisme avec le signal de stimulation déphasé,

\* et/ou le signal de commande pour prélever des données en provenance d'un ou plusieurs capteurs

tels que les capteurs 404a, 404b, par exemple via un multiplexeur 404, qui aiguille les signaux en provenance des capteurs de phase ou de gouttière vers l'entrée d'un amplificateur de mesure 405, dont le

5 signal de sortie est envoyé au circuit 400,

- \* et/ou le signal d'horloge d'excitation 406 du capteur résistif 404b de la gouttière,
- \* et/ou le signal de contrôle du bloc THT 411 : la programmation de la valeur de sortie et

10 la commande de marche/arrêt THT,

- \* et/ou le signal de contrôle et d'asservissement du générateur d'alimentation 408,
- \* et/ou le signal de contrôle d'une diode LED stroboscopique 409 d'observation de la brisure du

15 jet,

- \* et/ou le ou les signaux de commande des électrovannes 410, par exemple de type PWM déphasés, éventuellement par l'intermédiaire de moyens 413 de mise en forme des signaux analogiques de commande.

20 D'autre part différents signaux analogiques mesurés ou captés au niveau de la tête la sont numérisés par le circuit 400, en particulier :

- \* les signaux provenant des capteurs tels que les capteurs 404a, 404b, par exemple sortant d'un

25 convertisseur sigma-delta intégré à l'amplificateur de mesure 405,

- \* et/ou le signal de température provenant du capteur 407,
- \* et/ou les signaux logiques de contact du

30 capot, et/ou de défaut THT, et/ou de défaut de commande des électrovannes.

Les données numériques descendantes élaborées par le circuit 400 à partir des données représentatives de ces signaux, dont certains sont analogiques, sont transmises par l'ombilic 15a puis  
5 reçues par le contrôleur 110a, où elles peuvent être traitées.

Pratiquement, le circuit électronique qui, à partir des données montantes, génère les signaux de pilotage de la tête et les alimentations électriques,  
10 est complètement intégré dans la tête d'impression et implanté sur une seule carte électronique 417 de taille voisine de la taille de la tête. Cette carte peut être connectée à l'ombilic 15a, par exemple à l'aide d'un connecteur à 8 points et à la tête 1a par des contacts  
15 à ressorts.

Comme expliqué ci-dessus, les alimentations électriques complémentaires nécessaires au fonctionnement de l'électronique de la tête (+1,5V, +3,3V, -15V, +80V, +350V) sont générées sur la  
20 carte 417, par les moyens 408, à partir de deux tensions de +15V et +5V amenées par l'ombilic 15a. On peut aussi n'utiliser qu'une seule tension, celle de +15V par exemple, ce qui permet de gagner un fil dans l'ombilic 15a, mais l'utilisation de 2 alimentations  
25 est préférée, pour permettre de diminuer la dissipation thermique dans la tête 1a.

Grâce à la proximité des plaques 4 de déflection, positionnées proches de la tête, le bloc THT 411 ne nécessite qu'une puissance très inférieure à  
30 celle nécessaire dans l'art antérieur, ce qui permet sa miniaturisation et un dimensionnement de ce bloc au

minimum. Il peut être intégré dans la tête, sa connexion à la carte électronique 417 est par exemple réalisée par picots ou mini nappe flex. Dans l'art antérieur, la charge capacitive de l'ombilic conduisait  
5 à un surdimensionnement de l'alimentation haute tension logée dans le contrôleur 110.

Les amplificateurs 401, 403 de charge et de stimulation sont intégrés sur la carte électronique 417 et utilisent des tensions générées par les moyens 408,  
10 par exemple respectivement une alimentation +80V et +350V. L'amplificateur de mesure 405, qui peut être unique, est utilisé pour les signaux des capteurs de phase et de gouttière qui sont multiplexés à son entrée ; il occupe un espace réduit.

15 La proximité de la carte électronique avec les électrodes 7 de charge, mais aussi avec l'activateur piézoélectrique 401a et avec les capteurs 404a, 404b de détection de gouttes et de gouttière, permet d'obtenir des performances de haut niveau tout  
20 en miniaturisant les diverses fonctions électroniques.

Les électrovannes 410 peuvent être commandées à partir de signaux hachés de type PWM (à rapport cyclique variable), déphasés dans le temps, afin qu'il n'y ait pas plusieurs électrovannes  
25 alimentées en même temps. Ceci permet en outre de lisser la consommation de courant. Les signaux PWM permettent de commander les électrovannes avec 2 tensions moyennes différentes : une tension élevée de commutation et une tension faible de maintien,  
30 l'objectif étant de minimiser la consommation de courant dans la tête.

Le capteur de température 407 et le convertisseur digital/analogique (D/A) de charge 402 peuvent être pilotés en série (SPI).

5 L'électronique 417, placée dans la tête 1a, permet de dimensionner les composants électroniques à ce qui est juste nécessaire pour piloter les fonctions de la tête.

Elle permet une réduction de la taille, de la puissance consommée et du coût de l'électronique de pilotage de la tête.

10 Le câble 15a ombilic, a une longueur qui peut être fonction de l'imprimante utilisée. Il comporte 2 embouts assurant l'interface mécanique entre le pupitre 110a et le câble 15a d'une part et la tête d'impression 1a et le câble 15a d'autre part et, éventuellement, des éléments de connexion des conducteurs électriques et des conduits hydrauliques de l'ombilic avec le contrôleur 110a, le circuit d'encre ou la tête 1a de l'imprimante.

20 La figure 7A montre une coupe du câble dans une réalisation préférée. Le câble comporte alors :

\* 5 conduits hydrauliques 510 - 514 (tuyaux) dédiés respectivement à l'alimentation en encre 511, à l'alimentation en solvant 513, à la purge du générateur de goutte 512, à la récupération de l'encre arrivant à la gouttière 510 et à la pressurisation en air de la tête 514,

\* 4 fils de petit diamètre 520a, 520b, 520c, 520d, destinés à l'alimentation basse tension de la tête (0V, +5V, +15V + un fil de réserve non

utilisé). On a déjà fait la remarque que 2 fils peuvent être fonctionnellement suffisant (0V, +15V),

\* 2 paires torsadées : 521, 522 de petit diamètre qui permettent la transmission des données 360 et des signaux d'horloge 370 sous forme différentielle et qui supportent la communication série bidirectionnelle synchrone,

\* un fil de fort diamètre 532 assurant la continuité de terre pour garantir une bonne équipotentialité entre le pupitre et la tête.

Un blindage CEM 501 peut être prévu, par exemple sous la forme d'un fourreau 501 en cuivre tressé enserrant l'ensemble des conduits et fils de l'ombilic.

Une gaine extérieure 502 peut être surmoulée par-dessus le fourreau de blindage 501, dont la matière est choisie pour son compromis entre sa résistance mécanique et chimique ainsi que sa souplesse.

Des embouts peuvent être surmoulés, de part et d'autre de l'ombilic. Ils sont de préférence identiques aux 2 bouts pour minimiser le coût de fabrication.

La connexion électrique vers le contrôleur 110 et vers la tête 1 peut être assurée par exemple par un connecteur simple 8 points, à bas coût, prenant en charge les 8 fils de petit diamètre du câble.

La connexion hydraulique est par exemple assurée, du côté de la tête 1a, par une interface hydraulique qui regroupe les extrémités des conduits du

câble sur un seul composant de type bloc foré qui peut être mis en place sur la tête avec une seule vis.

La connexion hydraulique de l'ombilic dans le pupitre 20a se fait par exemple par des emmanchements directs des tuyaux sur les fonctions du circuit d'encre 100.

La figure 7B représente une variante, elle aussi vue en coupe, du câble présenté ci-dessus. La communication est alors assurée par une fibre optique 540, qui véhicule toutes les données, aussi bien les données numériques montantes que les données numériques descendantes. Le câble comporte encore quatre fils 520a-520d pour l'alimentation. Le reste de la structure est identique à ce qui a été présenté ci-dessus en liaison avec la figure 7A.

Comme on le comprend de la description ci-dessus, les liaisons électriques de l'ombilic (hors tresse de blindage général et continuité de terre) peuvent être réalisés sur 4 fils électriques seulement, si les fils d'alimentation sont utilisés pour transmettre les signaux par courant porteur (soit 2 paires torsadées : l'une pour une des alimentations et le signal différentiel d'horloge (clock +/-) et l'autre pour la deuxième alimentation (éventuellement) et le signal différentiel des données (data +/-)).

L'ombilic ainsi réalisé est plus fin et plus souple que les câbles de liaison habituellement utilisés pour des imprimantes à jet d'encre continu. Il ne comporte que quelques fils de technologie courante (7 fils de petit diamètre et le fil de terre) quel que soit le nombre de jets au lieu de plus d'une vingtaine

dans l'art antérieur pour piloter 1 jet et 3 fils de plus par jet supplémentaire. Les fils techniques de fort diamètre et/ou blindés sont donc éliminés.

L'ombilic ainsi réalisé est de faible  
5 diamètre (~12mm, plus généralement inférieur ou égal à 15 mm) et d'un poids significativement inférieur à ceux de l'état de l'art. Ainsi le câble selon l'invention est plus de 40% plus léger qu'un câble équivalent de l'art antérieur (Markem-Image 9020 par exemple).

10 En outre son rayon de courbure est significativement réduit par rapport à l'art antérieur (une réduction de plus de 30% par rapport à un câble équivalent de l'art antérieur).

L'intégration d'une tête d'impression sur  
15 une chaîne de fabrication se trouve facilitée car l'espace nécessaire pour placer la tête 1a et l'ombilic 15a est réduit.

Le coût de l'ombilic ainsi réalisé est  
sensiblement réduit par rapport à l'existant, (-45% par  
20 rapport à l'ombilic d'une imprimante connue Markem-Image 9020).

Il y a en effet, une réduction du coût de la matière pour la tresse de masse du fourreau 501 de blindage et la gaine 502 extérieure.

25 Une autre source de réduction des coûts provient de la diminution du nombre de fils et l'élimination des fils techniques coaxiaux, à forte isolation ou de gros diamètre.

La longueur de l'ombilic peut être  
30 quelconque sans aucune incidence sur le dimensionnement de l'électronique.

La nature des liaisons électriques n'intervient pas, contrairement à l'art antérieur où la charge capacitive due aux fils détermine l'électronique dans le contrôleur 110 et la longueur de l'ombilic 15.

5 Les drivers de la ligne série permettent des transmissions sur des longueurs bien supérieures aux longueurs pratiques des ombilics.

L'effet de la résistance des fils d'alimentation, même de faible diamètre, sur la  
10 longueur de l'ombilic, reste négligeable, car la consommation de la tête est faible.

Dans un dispositif selon l'invention, la composition de l'ombilic ne dépend pas du nombre de jets à piloter dans la tête.

15 L'invention concerne aussi le cas d'une pluralité de jets, ce qui n'a pour incidence que de rajouter des données 360 transférées. Au niveau de la carte électronique 417 situé dans la tête, la présence de plusieurs jets dans la tête conduit à la duplication  
20 du convertisseur 402 et de l'amplificateur de charge 403. De même, l'amplificateur de stimulation 401 est dupliqué si la stimulation n'est pas commune à tous les jets. Enfin le multiplexeur 404 de signaux de mesure sélectionne un signal parmi les signaux de détection de  
25 gouttes et gouttière de chacun des jets.

Un dispositif électronique de contrôle selon l'invention, pour une tête comportant plusieurs jets, comporte alors, outre les moyens 400, au moins deux convertisseur 402 et au moins deux amplificateurs  
30 de charge 403. Eventuellement il peut comporter au moins deux amplificateurs de stimulation 401. Les

autres moyens décrits ci-dessus en liaison avec la figure 4 peuvent également être présents.

En outre certaines parties du circuit FPGA 400 peuvent alors être dupliquées dans le circuit  
5 pour piloter les fonctions supplémentaires. L'adaptation du schéma électronique pour le pilotage de 2 jets conduit à des évolutions du circuit tout à fait raisonnables en terme de dimension de carte électronique ou de contrainte d'intégration.

10 La fabrication et l'assemblage de l'ensemble Tête/Ombilic d'un dispositif selon l'invention est simplifiée.

En particulier la connexion Tête/Ombilic est réalisée par assemblage (sans soudure), par exemple  
15 par utilisation d'un connecteur électrique 8 points simple et de contacts ressort ainsi que d'un connecteur hydraulique mis en place par 2 vis.

En outre le dépannage et la maintenance sont faisables de manière simple et rapide par des  
20 intervenants sans compétence spécifique.

**REVENDICATIONS**

1. Câble d'alimentation (15a) d'une tête  
d'impression d'une imprimante à jet d'encre continu,  
5 comportant :

- des moyens (510, 511, 512, 513, 514)  
d'alimentation en fluides de la tête,
- des moyens (521, 522, 540) formant une  
liaison série numérique bidirectionnelle pour  
10 transmettre des données numériques entre la tête et des  
moyens (110a) de pilotage de l'imprimante,
- des moyens (520) d'alimentation basse  
tension.

15 2. Câble d'alimentation selon la  
revendication 1, les moyens (521, 522, 540) formant une  
liaison série numérique bidirectionnelle comportant une  
ligne série filaire, ou une fibre optique, ou des  
moyens pour faire circuler un courant porteur sur les  
20 alimentations ou sur des moyens conducteurs reliant le  
pupitre à la tête d'impression.

3. Câble d'alimentation selon la  
revendication 1 ou 2, comportant en outre des moyens  
25 (501) formant blindage du câble.

4. Câble d'alimentation selon l'une des  
revendications 1 à 3, comportant en outre des moyens  
(532) assurant l'équipotentialité entre la tête et les  
30 moyens (110a) de pilotage de l'imprimante.

5. Câble d'alimentation selon l'une des revendications 1 à 4, dont le diamètre extérieur est inférieur à 14 mm.

- 5                    6. Dispositif électronique (417) de contrôle d'une tête d'impression d'une imprimante à un jet continu ou à plusieurs jets continus de gouttes (9) d'encre, comportant des moyens (400) formant un circuit électronique de commande :
- 10                    - pour recevoir des données numériques reçues de moyens (110a) de pilotage, et pour envoyer des données numériques à ces moyens (110a) de pilotage,
- pour convertir une partie des données numériques reçues en signaux de commande de moyens
- 15                    (410, 401a) de formation de gouttes, de moyens (7) de charge des gouttes et de moyens (4) de déflexion des gouttes,
- pour contrôler des moyens (408) de génération d'au moins une haute tension à partir de
- 20                    signaux basse tension en provenance des moyens (110a) de pilotage.

7. Dispositif selon la revendication 6, les moyens (400) formant circuit électronique de
- 25                    commande, recevant en outre des données d'au moins un capteur (404a, 404b) de charge des gouttes (9) et/ou d'un capteur (404b) de gouttière (3) de récupération des gouttes.

8. Dispositif selon la revendication 7, les moyens (400), formant circuit électronique de commande, recevant en outre des données d'au moins un capteur (407) de température de l'encre dans la tête d'impression.

9. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 8, les moyens (400), formant circuit électronique de commande, recevant des données numériques reçues de moyens (110a) de pilotage, et envoyant des données numériques à ces moyens (110a) de pilotage, à une fréquence d'échange de données.

10. Dispositif selon la revendication 9, la fréquence d'échange de données étant un multiple de la fréquence de formation de gouttes.

11. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 10, les données numériques reçues des moyens (110a) de pilotage comportant :

- \* un code de phase à utiliser pour synchroniser la charge d'une prochaine goutte,
- \* et/ou la valeur et/ou la durée d'une tension de charge à appliquer à des électrodes (7) de charge,
- \* et/ou l'amplitude d'un signal de stimulation, pour briser le jet d'encre (10) à intervalles réguliers,
- \* et/ou la commande d'une ou plusieurs électrovannes (410),

\* et/ou un signal de commande d'un bloc haute tension (411) de la tête,

\* et/ou la commande d'au moins un moyen d'alimentation (406, 408),

5           \* et/ou un signal de commande de numérisation d'au moins un capteur de mesure de la tête,

\* et/ou un signal de contrôle d'erreur de communication.

10           12. Dispositif selon l'une des revendications 6 à 11, les données numériques envoyées aux moyens (110a) de pilotage comportant :

          \* au moins des données numériques qui résultent de la numérisation de signaux physiques  
15 (analogiques) d'au moins un capteur (404a, 404b) de la tête,

\* et/ou un signal de mesure de la température de la tête,

20           \* et/ou un signal de détection de présence d'un capot et/ou de défauts d'alimentation,

\* et/ou un numéro de série ou de version de la tête,

\* et/ou un CRC pour le contrôle d'erreur de communication.

25

13. Procédé de contrôle d'une tête d'impression d'une imprimante à un jet continu ou à plusieurs jets continus de gouttes (9) d'encre, à l'aide de moyens (110a) de pilotage, comportant :

30           - l'envoi, par les moyens (110a) de pilotage, et la réception, par la tête d'impression, au

moins de données numériques de commande de moyens (410, 401a) de formation de gouttes, de moyens (7) de charge des gouttes et de moyens (4) de déflexion des gouttes, et de signaux basse tension,

- 5                   - l'envoi, par la tête d'impression, et la réception, par les moyens (110a) de pilotage, au moins de données numériques d'au moins un capteur (404a, 404b) de charge des gouttes (9) et d'un capteur (404b) de gouttière (3) de récupération des gouttes.

10

14. Procédé selon la revendication 13, l'envoi et la réception de données étant réalisés par liaison série numérique bidirectionnelle.

15

15. Procédé selon l'une des revendications 13 ou 14, les données numériques reçues des moyens (110a) de pilotage comportant :

- \* un code de phase à utiliser pour synchroniser la charge d'une prochaine goutte,
- 20                   \* et/ou la valeur et/ou la durée d'une tension de charge à appliquer à des électrodes (7) de charge,
- \* et/ou l'amplitude d'un signal de stimulation, pour briser le jet d'encre (10) à
- 25 intervalles réguliers,
- \* et/ou la commande d'une ou plusieurs électrovannes (410),
- \* et/ou un signal de commande d'un bloc haute tension (411) de la tête,
- 30                   \* et/ou la commande d'au moins un moyen d'alimentation (406, 408),

\* et/ou un signal de commande de numérisation d'au moins un capteur de mesure de la tête,

5       \* et/ou un signal de contrôle d'erreur de communication.

16. Procédé selon l'une des revendications 13 à 15, les données numériques envoyées aux moyens (110a) de pilotage comportant :

10       \* au moins des données numériques qui résultent de la numérisation de signaux physiques (analogiques) d'au moins un capteur (404a, 404b) de la tête,

15       \* et/ou un signal de mesure de la température de la tête,

      \* et/ou un signal de détection de présence d'un capot et/ou de défauts d'alimentation,

      \* et/ou un numéro de série ou de version de la tête,

20       \* et/ou un CRC pour le contrôle d'erreur de communication.

17. Imprimante à jet d'encre continu, comportant :

25       - des moyens (110a, 120) de pilotage,  
      - une tête d'impression (1a), comportant des moyens (410, 401a) de formation de gouttes, des moyens (7) de charge des gouttes et des moyens (4) de déflexion des gouttes, et un dispositif électronique  
30       (417) de contrôle selon l'une des revendications 6 à 12,

- un câble d'alimentation (15a) de la tête d'impression, selon l'une des revendications 1 à 5.

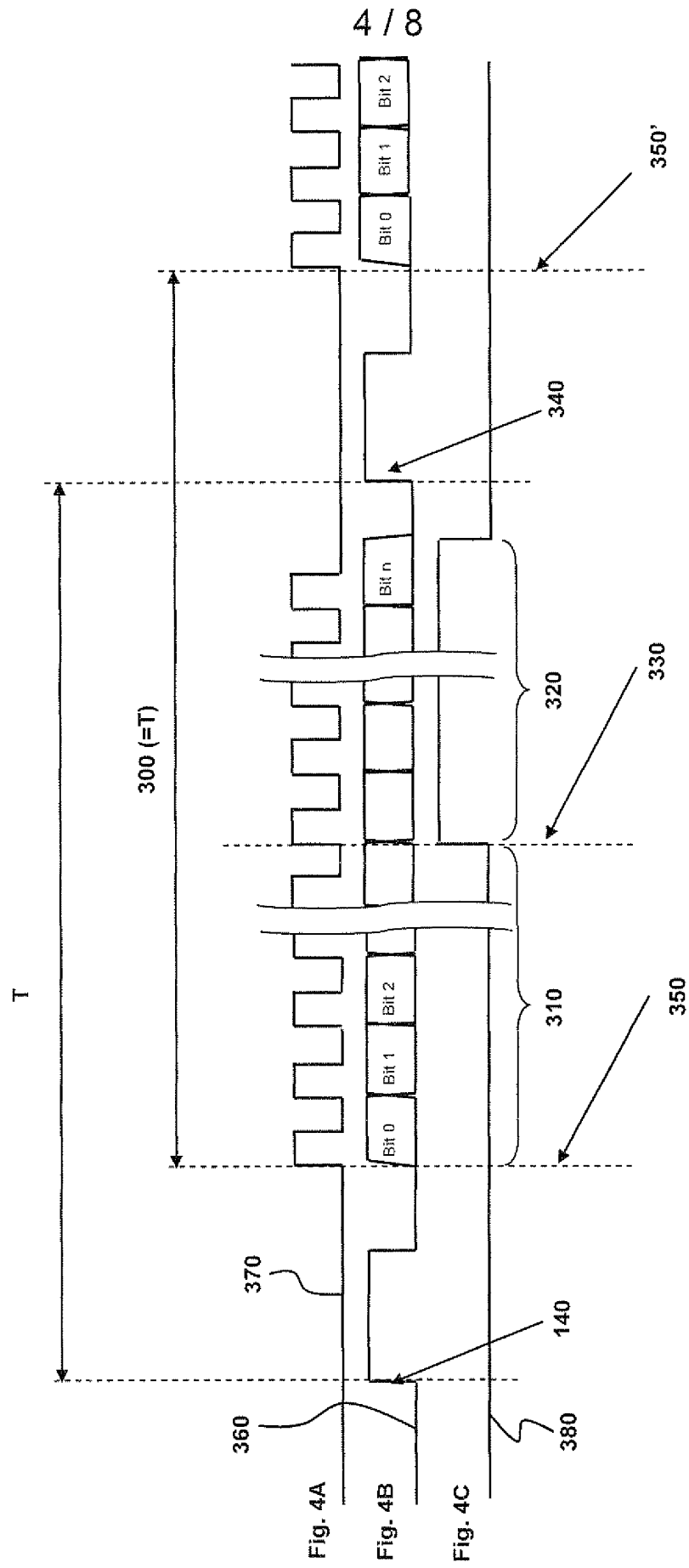
18. Imprimante selon la revendication 17,  
5 comportant en outre des moyens (100) formant un circuit d'encre.

19. Imprimante selon la revendication 17 ou  
18, les moyens (410, 401a) de formation de gouttes, les  
10 moyens (7) de charge des gouttes et les moyens (4) de déflexion des gouttes, permettant de former un jet d'encre ou plusieurs jets d'encre.



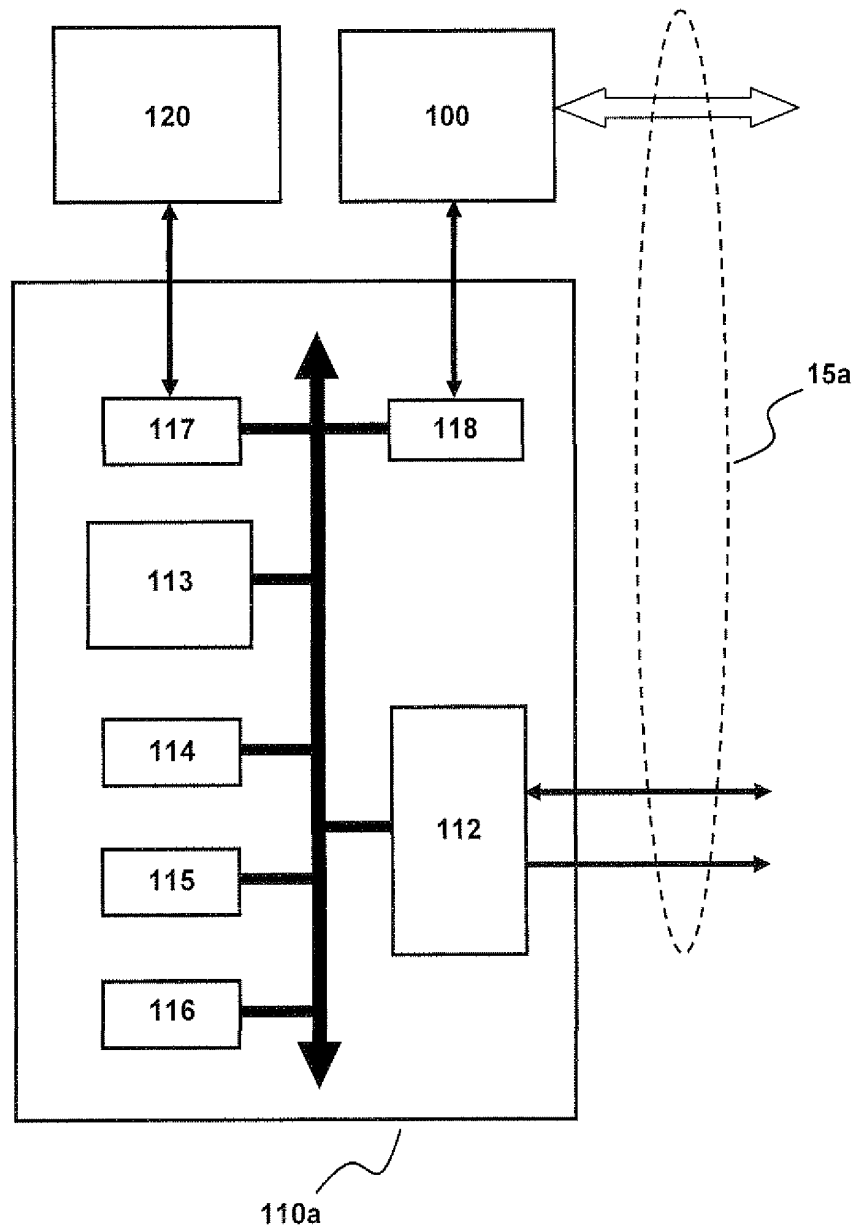


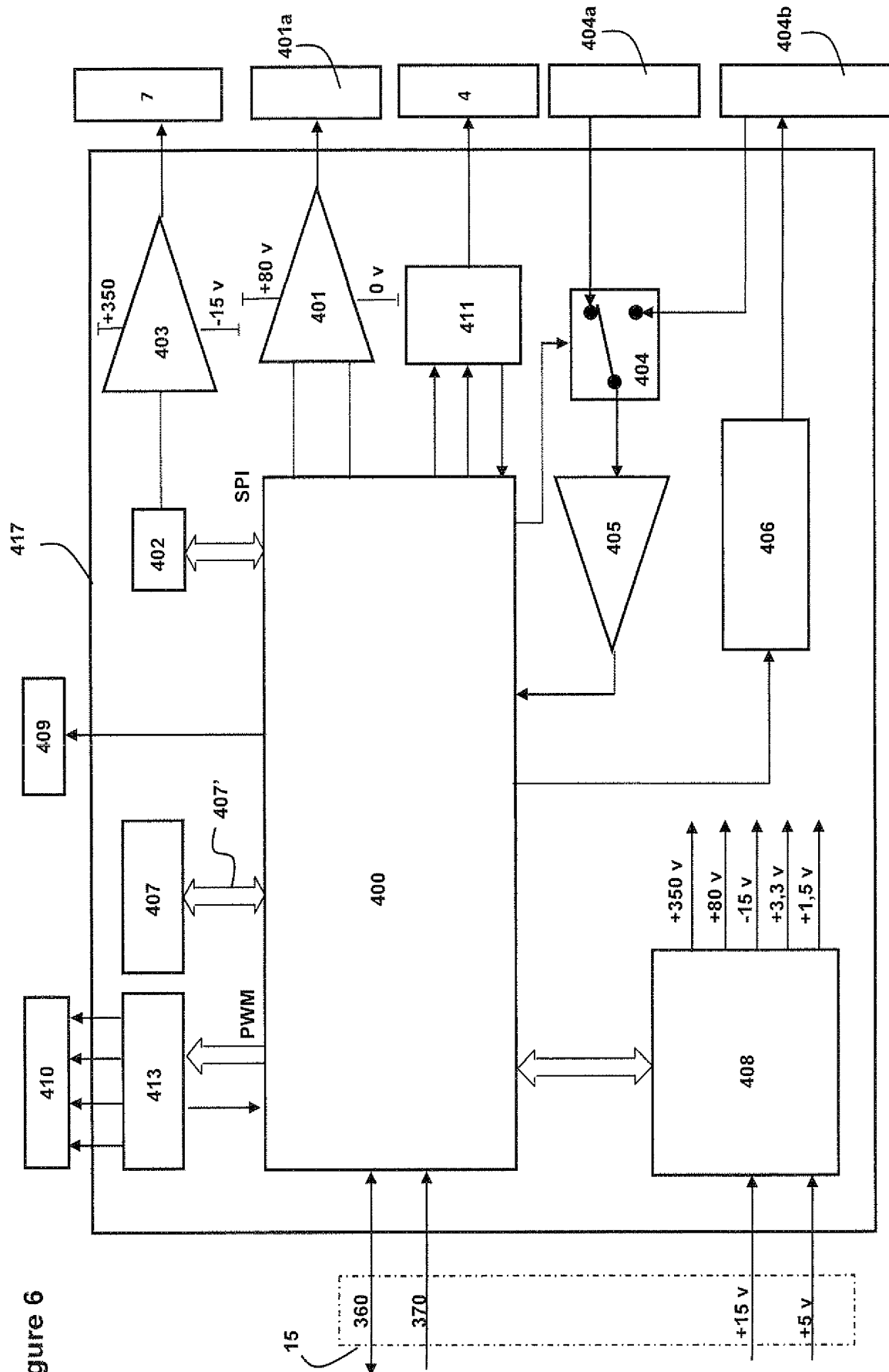




5 / 8

Figure 5





## Figure 6

Figure 7A

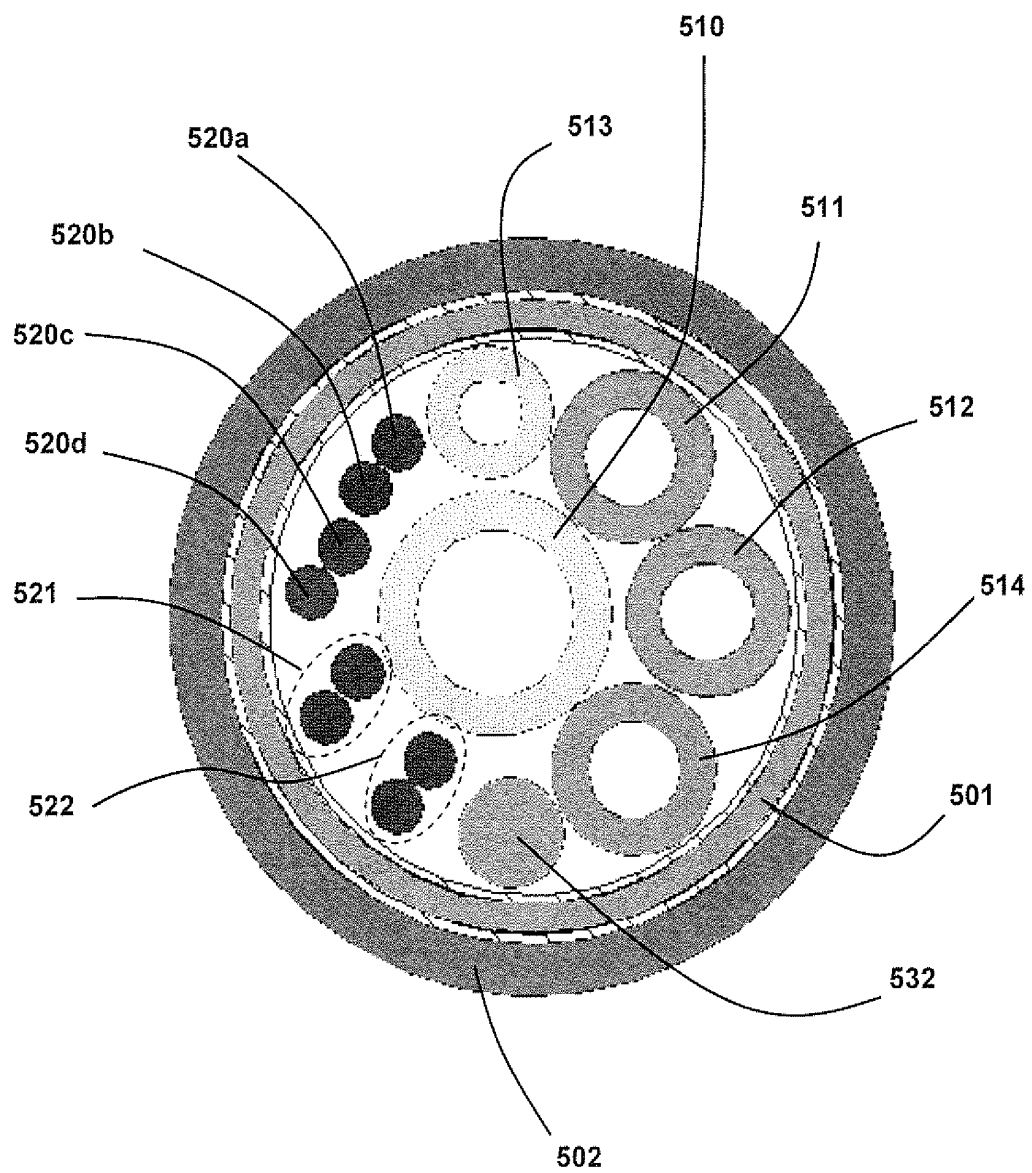
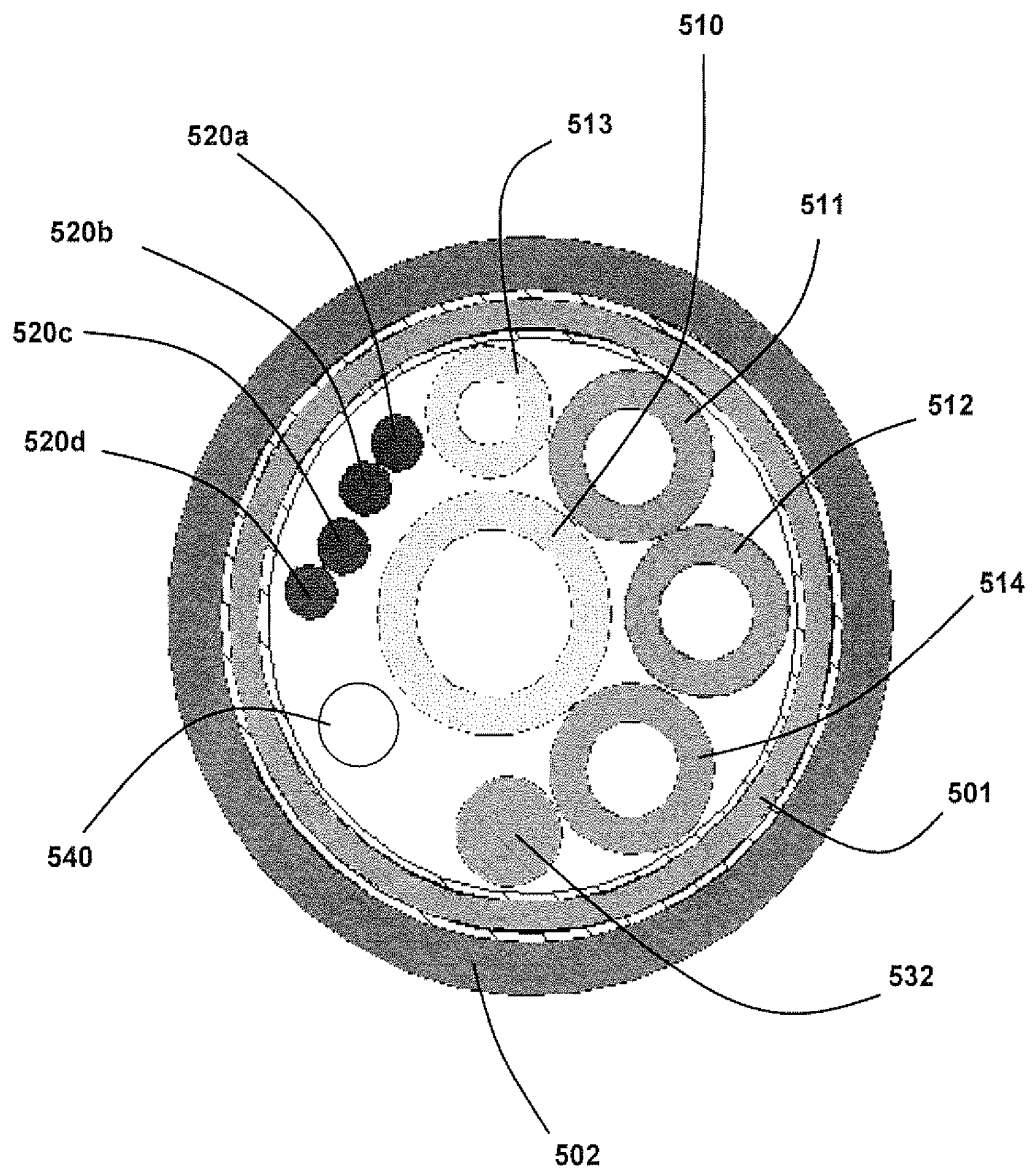


Figure 7B





# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 735646  
FR 1050973

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                       | Revendication(s)<br>concernée(s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Classement attribué<br>à l'invention par l'INPI              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                           | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                              |
| X                                                                                                                                                                                                                                   | US 5 455 606 A (KEELING MICHAEL R [GB] ET AL) 3 octobre 1995 (1995-10-03)                                                                                             | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | B41J2/02<br>B41J2/07<br>B41J29/00<br>B41J29/393<br>H01B11/00 |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | * colonne 14, ligne 42 - colonne 15, ligne 1 *                                                                                                                        | 6-19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | -----<br>GB 2 447 919 A (LINX PRINTING TECH [GB]) 1 octobre 2008 (2008-10-01)<br>* page 24, ligne 20 - page 25, ligne 2 *<br>* page 57, ligne 20 - page 58, ligne 7 * | 1-19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                   | -----<br>EP 2 082 883 A2 (HITACHI IND EQUIPMENT SYS [JP]) 29 juillet 2009 (2009-07-29)<br>* alinéa [0082] *<br>-----                                                  | 1-19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (IPC)                      |
|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B41J                                                         |
| Date d'achèvement de la recherche                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                       | Examineur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                              |
| 14 octobre 2010                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                       | Urbaniec, Tomasz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                              |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                       | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                              |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                              |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**  
**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1050973 FA 735646**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **14-10-2010**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| US 5455606                                      | A  | 03-10-1995             | US 5481288 A                            | 02-01-1996             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| GB 2447919                                      | A  | 01-10-2008             | CN 101668639 A                          | 10-03-2010             |
|                                                 |    |                        | EP 2125376 A1                           | 02-12-2009             |
|                                                 |    |                        | WO 2008117013 A1                        | 02-10-2008             |
|                                                 |    |                        | US 2010097417 A1                        | 22-04-2010             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 2082883                                      | A2 | 29-07-2009             | CN 101497265 A                          | 05-08-2009             |
|                                                 |    |                        | JP 2009202582 A                         | 10-09-2009             |
|                                                 |    |                        | US 2009189960 A1                        | 30-07-2009             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |