

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 821 109 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**28.01.1998 Bulletin 1998/05**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **E02F 5/00, E02F 9/20**

(21) Numéro de dépôt: **97401785.7**

(22) Date de dépôt: **24.07.1997**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**

(30) Priorité: **25.07.1996 FR 9609386**

(71) Demandeur: **Société de Prestations Industrielles  
et de Montage (S.P.I.M.)  
51721 Reims (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Perez, Louis**  
**51220 Hermonville (FR)**  
• **Scheier, Claude**  
**51220 Cauroy Les Hermonville (FR)**

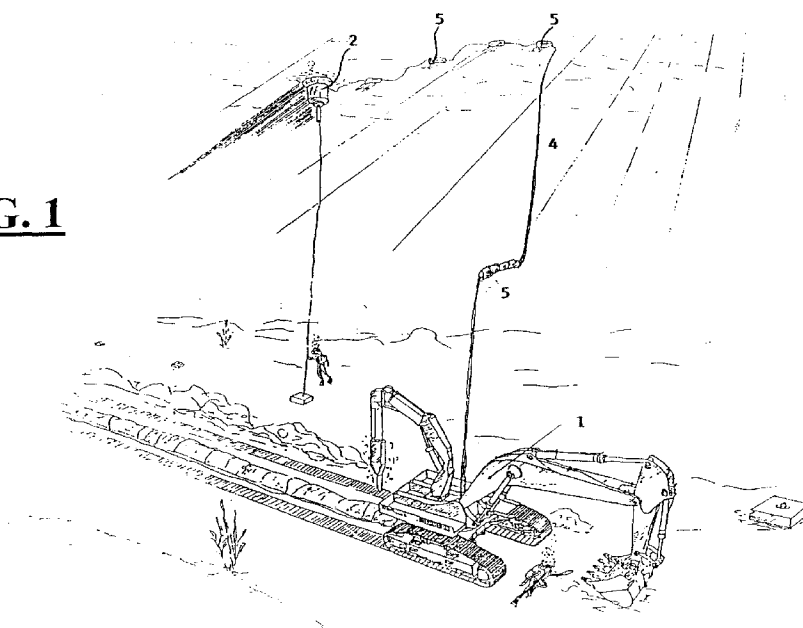
(74) Mandataire: **Debay, Yves**  
**Cabinet Yves Debay,**  
**122 Elysée 2**  
**78170 La Celle Saint Cloud (FR)**

(54) **Engin de génie pour travail en milieu hostile, bouée pour travaux maritimes et poste de commande associé**

(57) La présente invention concerne un engin étanche (1), doté d'actionneurs (115, 122, 142, 151, 152, 161, 178) permettant la commande à distance caractérisé en ce que ses organes sensibles sont étanches pour garder ainsi la même capacité sous l'eau que sur terre, en terme de travaux de génie, et comporte des capteurs (189, 177, 168, 166, 155, 111, 132, 143) qui indiquent la position des différents axes permettant de juger de l'état de l'engin, en indiquant sa direction et sa

position, des ombilicaux (43, 44) hydrauliques et électriques (41, 42) transportant l'énergie de puissance, les ordres de commandes des actionneurs et les informations provenant des capteurs, ces ombilicaux reliant l'engin (1) se trouvant dans l'eau, et un élément en surface (2) où se trouve le générateur d'énergie, ainsi que le système de gestion complet ou partiel selon que le principe retenu de pilotage de l'engin est soit à partir d'un ponton soit d'une bouée.

**FIG. 1**



**EP 0 821 109 A1**

## Description

La présente invention concerne la transformation d'un engin de travaux publics, permettant d'effectuer des travaux côtiers jusqu'à une profondeur d'eau de 100 m.

Un tel dispositif permet la création de tranchées permettant l'enfoncement de canalisations ou de câbles dans des zones sous eau.

Jusqu'à présent, il était connu de travailler à de faibles profondeurs (environ 10 m) grâce à une pelle montée sur une barge à fond plat. Dans ce cas, la pelle est limitée en charge par son bras de levier d'une part, et d'autre part le porte-à-faux existant entre le godet de la pelle et la barge.

Si on augmente la surface de la barge, la taille de la pelle et par la même son poids, le tirant d'eau de l'ensemble est augmenté et la possibilité d'utiliser cette barge dans les zones à faible tirant d'eau diminue.

Ce principe comporte des inconvénients et des difficultés.

Le conducteur de la pelle ne doit pas être sujet au mal de mer ni être sensible aux roulis et tangage, il doit être capable de compenser ces phénomènes dans la perception des travaux qu'il effectue.

Enfin, dès que la mer a un clapot important ou qu'elle devient dangereuse, les travaux doivent être arrêtés, le personnel et le matériel doivent être protégés par un déplacement rapide en zone de repli.

Le premier but de l'invention est de transformer un engin de travaux publics permettant d'effectuer des travaux en milieu hyperbar et hostile sous l'eau jusqu'à une profondeur de 100 mètres sans présenter les inconvénients de l'art antérieur.

De plus, un autre avantage de l'invention est de permettre d'effectuer les travaux du rivage jusqu'à 100 mètres de profondeur en continuité avec le même matériel.

Ce but est atteint par le fait que l'engin étanche, doté d'actionneurs permettant la commande à distance est caractérisé en ce que ses organes sensibles sont étanches pour garder ainsi la même capacité sous l'eau que sur terre, en terme de travaux de génie, et comporte des capteurs qui indiquent la position des différents axes permettant de juger de l'état de l'engin, en indiquant sa direction et sa position, des ombilicaux hydrauliques et électriques transportant l'énergie de puissance, les ordres de commandes des actionneurs et les informations provenant des capteurs, ces ombilicaux reliant l'engin se trouvant dans l'eau, et un élément en surface où se trouve le générateur d'énergie, ainsi que le système de gestion complet ou partiel selon que le principe retenu soit le pilotage de l'engin à partir d'un ponton ou d'une bouée.

Selon une autre particularité le générateur d'énergie est un moteur thermique entraînant des pompes hydrauliques.

Selon une autre particularité les actionneurs sont rendus étanches aux pressions des fluides s'exerçant

de l'extérieur vers l'intérieur, pendant les phases d'arrêts de la centrale d'énergie.

Selon une autre particularité le générateur d'énergie est une pompe hydraulique et les actionneurs sont des moteurs hydrauliques ou des vérins.

Selon une autre particularité le générateur et les actionneurs sont électriques.

Selon une autre particularité le générateur est constitué d'une pompe hydraulique pour les moteurs et actionneurs de puissance et d'un générateur électrique pour les autres moteurs ou actionneurs.

Selon une autre particularité l'équipement comporte des moyens de communication hertziens d'une part pour la réception des signaux de commande des différents éléments de l'équipement intermédiaire, des moteurs et des actionneurs de l'engin et, d'autre part pour la transmission des signaux provenant des capteurs de l'engin.

Selon une autre particularité les moyens d'étanchéité sont constitués de joints à double lèvres en V dont les V sont accolés entre eux selon deux directions perpendiculaires.

Selon une autre particularité les moyens de communication hertziens de l'équipement intermédiaire communiquent avec un poste de pilotage.

Selon une autre particularité l'engin de travail comporte un gyroscope pour déterminer son cap et deux inclinomètres, l'un pour déterminer l'inclinaison selon l'axe des x, l'autre pour déterminer l'inclinaison selon l'axe des y.

Selon une autre particularité l'engin est une pelle hydraulique équipée d'un deuxième bras sur lequel peuvent être montés des outils auxiliaires amenable en position de travail par une rotation de la tourelle d'un angle de 180°.

Selon une autre particularité l'outil auxiliaire est un mât de forage.

Selon une autre particularité l'outil auxiliaire est constitué d'une pompe.

Selon une autre particularité l'outil auxiliaire est constitué d'une cisaille.

Selon une autre particularité l'outil auxiliaire est constitué d'un marteau hydraulique.

Selon une autre particularité l'engin est un buteur mû sur le sol par des chenilles et comportant une lame transversale à son déplacement et dont la position en hauteur est définie par deux actionneurs.

Selon une autre particularité les actionneurs de flèche de pelle sont mis en position de pilotage flow lorsque les dents de la pelle ont atteint la profondeur de tranchée souhaitée, de façon à permettre au conducteur de creuser une tranchée dont le fond reste au même niveau.

Un autre but de l'invention est de définir une bouée immergeable qui constitue l'équipement intermédiaire assurant la fourniture des énergies à l'engin et la liaison avec le poste de commande tout en se protégeant contre les grands déferlements.

Ce but est atteint par le fait que la bouée comporte dans un volume cylindrique un premier compartiment supérieur étanche communiquant avec l'atmosphère par une cheminée obturable par au moins une soupape d'étanchéité commandée par un vérin et contenant des moyens de communication avec un poste de commande, et un second compartiment dans lequel est disposé une poche souple communiquant avec le premier compartiment par un tuyau d'alimentation, ladite poche souple contenant le combustible fossile destiné à l'alimentation du moteur thermique placé dans le premier compartiment, cette poche souple étant placée dans un compartiment qui communique par une paroi inférieure percée d'orifices avec le milieu fluide dans lequel la bouée flotte, l'enveloppe cylindrique de la bouée étant pourvue à sa périphérie d'un boudin gonflable permettant d'une part le maintien de la bouée au même niveau de flottaison quel que soit le niveau du combustible dans la poche et, d'autre part son immersion en cas de danger en surface.

Selon une autre particularité la bouée comporte des moyens de commande du vérin d'actionnement de la soupape d'étanchéité et des moyens de contrôle du gonflage et dégonflage de la membrane extérieure gonflable de façon à permettre l'immersion totale de la bouée ou de contrôler son niveau de flottaison en fonction des niveaux du liquide combustible fossile et des conditions météorologiques.

Selon une autre particularité la bouée comporte en plus du moteur thermique un générateur électrique destiné à la charge d'une batterie d'alimentation des équipements électroniques incorporés dans le compartiment supérieur, un système de climatisation, des pompes hydrauliques permettant de fournir le fluide d'actionnement au moteur ou actionneur de puissance de l'engin.

Selon une autre particularité les circuits électroniques comportent un premier automate programmable relié par un bornier d'interface : aux capteurs délivrant les informations sur le fonctionnement du moteur et aux actionneurs permettant le pilotage du moteur à combustion interne ; par l'ombilical qui fournit le retour des informations de la boîte électrique de mesure de l'engin ; à l'ombilical de pilotage des distributeurs hydrauliques de l'engin ; aux capteurs et actionneurs permettant de commander le niveau de flottaison de la bouée ou son immersion et à des modems reliés eux-mêmes à une ou plusieurs antennes permettant l'émission par un premier modem et la réception par l'autre modem.

Un dernier but de l'invention est l'utilisation d'une bouée immergeable intermédiaire entre un poste de pilotage se trouvant à terre et l'engin se trouvant dans l'eau, la liaison entre la bouée et l'engin étant assurée par des ombilicaux hydrauliques et électriques et dans laquelle la liaison entre la bouée et le poste de pilotage est assurée par un réseau hertzien.

Les avantages de ce système sont multiples :

le pilote n'est plus sur l'eau, mais à terre, il ne subit plus le roulis,  
le pilote travaille en toute sécurité et ne subit plus les caprices dangereux de la mer,  
le confort est équivalent à celui d'un bureau de travail ordinaire avec toutes ses aisances.

Il est important de noter qu'une mer peut devenir dangereuse en moins d'une heure. Le principe de notre invention est basé également sur le fait que la bouée est immergeable. Dans le cas d'une mer déchaînée, la bouée est coulée et donc protégée (la mer n'est dangereuse, dans ce cas, qu'en surface). Dès que la mer est calme, la bouée est renflouée et le travail recommence.

Ce but est atteint par le fait que le poste de commande pour engin relié à un équipement intermédiaire communiquant avec le poste de commande par onde hertzienne est caractérisé en ce que le poste comporte un siège monté sur des actionneurs reproduisant les mouvements d'inclinaison selon les deux axes de l'engin et comportant à proximité du siège du conducteur deux manipulateurs à trois axes avec dispositifs de renvoi d'effort reliés d'une part à un second automate programmable, lui-même relié d'une part à des modems d'émission et de réception de faisceau hertzien et d'autre part par une liaison en série à un système informatique de type ordinateur industriel avec clavier connecté à un moniteur de visualisation.

Selon une autre particularité le dispositif de renvoi d'effort de l'engin est constitué de capteurs de pression disposés sur les sorties des pompes haute pression alimentant l'engin en énergie, lesdits capteurs étant reliés au premier automate programmable de l'équipement intermédiaire, les signaux fournis par ces capteurs émis par le modem de transmission hertzien puis reçus par le modem de réception de la cabine de pilotage et convertis en un courant d'alimentation d'un électroaimant destiné à appliquer un effort proportionnel à la pression mesurée en sortie des pompes sur la rotule du manipulateur associé au capteur de pression.

Selon une autre particularité l'écran du moniteur comporte plusieurs fenêtres gérées par le programme de l'ordinateur qui permet dans une première fenêtre l'affichage de la direction indiquée par le gyroscope, dans une deuxième fenêtre la représentation de l'engin et des dimensions de la tranchée creusée par l'engin, dans une troisième fenêtre la représentation de l'inclinaison de l'engin selon l'axe des x, dans une quatrième fenêtre la représentation de l'inclinaison de l'engin selon l'axe des y et, dans une cinquième fenêtre la représentation de l'inclinaison des dents du godet de la pelle de façon à permettre au conducteur de connaître la position exacte du godet à tout moment, enfin une cinquième fenêtre de visualisation permet éventuellement d'afficher les images transmises par une caméra montée sur l'engin.

Selon une autre particularité l'ordinateur du poste de pilotage comporte un programme informatique re-

constituant des images de synthèse représentant, à partir des signaux fournis par les capteurs de recopie des mouvements de l'engin et des capteurs de position et d'inclinaison de l'engin, d'une part la position de l'engin et d'autre part la réalisation du travail effectué.

Selon une autre particularité l'automate implanté dans l'équipement intermédiaire et servant au contrôle et à la commande de l'engin programmé pour comporter des séquences de fonctionnement de l'engin automatisé pour des opérations telles que la pose du déblai à proximité de la tranchée de façon à ce que le conducteur soit déchargé de cette tâche et que le remblai ainsi effectué soit toujours à la même distance par rapport à la tranchée.

Selon une autre particularité une telle séquence est enclenchée par l'utilisateur à partir d'un des boutons d'un manipulateur à trois axes et l'exécution de la séquence est représentée sur l'écran pour que le conducteur puisse à la fin de la séquence automatisée reprendre le contrôle du ou des manipulateurs.

Selon une autre particularité l'automate de commande de l'engin comportera pour une séquence automatisée du dépôt de déblai une commande de relèvement de la flèche de pelle ; puis une commande de rotation de la tourelle de pelle d'un angle déterminé suivi d'une commande de basculement du godet de pelle de façon à déverser le déblai à proximité de la tranchée puis à nouveau une commande de rotation de la tourelle en sens inverse et du même angle déterminé pour ensuite commander l'envoi à un signal au poste de pilotage de façon à ce que l'utilisateur reprenne le contrôle du manipulateur.

Selon une autre particularité le programme de l'automate de l'équipement intermédiaire permet, lorsque l'utilisateur commande par un des manipulateurs le mouvement du bras porte outils de la pelle, de gérer automatiquement la rotation de la tourelle d'un demi-tour pour assurer sa mise en place de façon précise et à la fin de l'utilisation d'effectuer la rotation en sens inverse de façon à éviter une torsion supérieure à un demi-tour de l'ombilical.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 représente une vue en perspective de l'engin et de l'équipement intermédiaire en milieu hostile;

la figure 2A représente un schéma synoptique d'un engin du type pelle avec ses capteurs et actionneurs ;

la figure 2B représente une vue de dessus schématique de l'engin du type pelle ;

la figure 2C représente un schéma électrique des connexions au niveau de l'engin ;

la figure 2D représente le schéma des circuits hydrauliques commandant les actionneurs et les mo-

teurs de l'engin ;

la figure 2E représente le système d'étanchéité des actionneurs de l'engin ;

la figure 3A représente une bouée constituant l'équipement intermédiaire ;

la figure 3B représente le schéma électrique des équipements placés à l'intérieur de la bouée ;

la figure 3C représente d'une part le schéma simplifié des circuits hydrauliques de l'équipement intermédiaire et d'autre part le schéma électrique du poste de pilotage permettant la restitution des renvois d'effort ;

la figure 4A représente une vue en perspective et en coupe partielle du poste de pilotage ;

la figure 4B représente un schéma électrique du poste de pilotage ;

la figure 4C représente une vue schématique du manipulateur à restitution d'effort ;

la figure 5 représente le principe de l'invention utilisé avec deux types d'engins différents.

La figure 1 représente un engin (1) pour travaux maritimes ou sous profondeur d'eau, déterminée entre 0 et 100 m, relié par un cordon ombilical (4) soutenu par des flotteurs (5) à un équipement intermédiaire (2). L'engin (1) peut être constitué soit, comme représenté à la figure 2A, d'une pelle tractée par des chenilles et montée sur une tourelle (11) équipée d'une flèche monobloc (12), d'un balancier (13) et d'un godet (14) et de l'autre côté de la tourelle d'un bras secondaire (15, 16, 17), soit d'un boteur (1B), représenté à la figure 5. Le boteur (1B) est constitué d'une plate forme montée sur chenille et d'une lame disposée en bout de la plate forme devant les chenilles et monté sur la plate forme à l'aide de vérins définissant l'inclinaison et la hauteur de la lame.

L'invention va maintenant être décrite plus en détail en liaison avec la pelle mais, il est évident qu'elle peut s'appliquer aussi bien à un boteur ou tout autre engin de travaux publics aménagé selon le même principe.

Le bras secondaire de la pelle est constitué d'une flèche de bras (15) sur laquelle s'articule un balancier de bras (16) à l'extrémité duquel s'articule un deuxième balancier de bras (17) portant à son extrémité un godet de bras (18) sur lequel peuvent être fixés les équipements ou les outils utilisables sur ce bras. Le type d'équipement utilisable sur ce bras est constitué, par exemple, par un mât de forage (19) lequel peut être remplacé par une pompe, une cisaille ou un marteau. La flèche (12) de pelle est positionnée par un premier actionneur (115) et comporte un premier capteur (111) de recopie de mouvement de flèche. L'inclinaison du balancier de pelle (13) est commandée par un second actionneur (122) et au niveau de l'articulation entre la flèche (12) de pelle et le balancier (13) est placé un second capteur (132) de recopie du mouvement de balancier. De même la position du godet (14) de pelle par rapport au balancier (13) est déterminée par un troisième actionneur (142) et sur l'axe d'articulation entre le balan-

cier et le godet (14) est placé un troisième capteur (143) de recopie du mouvement de godet (14).

L'inclinaison de la flèche (15) du second bras est commandée par un premier actionneur (151) et un premier capteur (155) de recopie du mouvement de flèche permet de connaître son inclinaison. Un second actionneur (152) relié d'une part à la flèche (15) et d'autre part au premier balancier (16) permet de déterminer l'inclinaison du premier balancier (16) du second bras et un second capteur de recopie (166) du mouvement du premier balancier permet de connaître sa position. Un troisième actionneur (161) relié d'une part au second balancier (17) et d'autre part au premier balancier (16) permet de déterminer la position d'un second balancier (17) du deuxième bras et un troisième capteur (177) permet de connaître par recopie du mouvement du deuxième balancier (17) sa position. Enfin un porte outil (18) monté à l'extrémité du second balancier (17) est positionné par un quatrième actionneur (178) et un quatrième capteur de recopie (189) du mouvement du porte outil permet de connaître sa position. Enfin sur l'outil (19) solidaire du porte outil (18) sont disposés quatre capteurs de recopie des mouvements de l'outil. L'ensemble des quatre capteurs peut être utilisé ou non selon le type d'outil placé sur le porte outil. Enfin la tourelle (11) de la pelle, comme représentée à la figure 2, comporte un capteur (114) de recopie de rotation de la tourelle, un ensemble capteur (112) de mesure de la pression de boîte hydraulique et des pressions de pilotage des distributeurs et un ensemble (113) de capteurs constitué d'un profondimètre, d'un gyrocompas, d'un capteur d'inclinaison de pelle selon l'axe x, et d'un capteur d'inclinaison de pelle selon l'axe y.

Comme représenté à la figure 2C, chacun des capteurs de recopie des mouvements de l'un des éléments de la pelle envoie son signal sur une boîte électrique de mesure (117) laquelle retransmet par un ombilical de 37 fils conducteurs (42) les informations vers l'équipement intermédiaire (2) constitué par une bouée (2). Le boîtier électrique de mesure (117) ainsi que le boîtier de pilotage des distributeurs hydrauliques (116) sont placés dans un carter étanche sur la tourelle (11) de la pelle. Le boîtier de pilotage (116) envoie les signaux de commande au boîtier hydraulique du mât de forage et le boîtier électrique de mesure (117) reçoit d'une part les signaux des capteurs décrits précédemment, de la pelle, du bras ainsi que du mât de forage ou de l'accessoire placé au bout du bras et d'autre part les signaux provenant de deux pressostats. Les signaux de commande des distributeurs arrivent par un ombilical à 32 fils (41) de la bouée (2). En plus de ces deux ombilicaux (41, 42) l'engin est relié par des ombilicaux hydrauliques aux pompes se trouvant dans la bouée, l'un (43) alimentant les fluides sous pression vers la pelle et assurant par un deuxième ombilical (432) le retour des fluides vers le réservoir hydraulique, l'autre (44) assurant également l'amenée des fluides vers d'autres organes de la pelle et par un second ombilical (442) le retour des fluides,

comme représenté à la figure 3C.

La figure 2D représente un distributeur (1181) de commande des deux vérins (122) par exemple formant les actionneurs entre la flèche (12) et le balancier (13) et associés de par et d'autre de la flèche. Ce distributeur est commandé par un électroaimant (1162) de pilotage des vérins en sortie et un deuxième électroaimant (1161) de pilotage des vérins en rentrée. Le circuit hydraulique reliant la pompe (203) au vérin (122) est interrompu par ce distributeur (1181) et, selon la commande envoyée, les deux vérins (122) sont soit commandés en sortie, soit commandés en entrée. Sur le circuit reliant les deux compartiments de chaque vérin est branché également un second distributeur (1182) commandé par un électroaimant (1163) pour piloter la position dite "floue". Lorsque ce distributeur (1182) est actionné, les compartiments situés de part et d'autre du piston de chaque vérin sont mis en communication entre eux de façon à ce que le vérin suive librement les mouvements imposés par le godet. De cette façon lorsque les vérins (115) de commande de la flèche, l'utilisateur, par commande des vérins (122 et 142) modifiant l'inclinaison du balancier et du godet, va provoquer un mouvement de rapprochement du godet en direction de la pelle. Ce mouvement de rapprochement s'effectue en conservant les dents de godet au même niveau de façon à creuser une tranchée conservant partout le même niveau. Le circuit hydraulique de chaque actionneur est complété par un limiteur de pression (2032) et un retour (432) au réservoir hydraulique (2031). Chaque actionneur de la pelle ou du boteur est rendu étanche en plaçant sur l'extrémité A du compartiment dans lequel coulisser le piston (1221) de l'actionneur (122) un dispositif d'étanchéité représenté à la figure 2E. Ce dispositif est constitué par un joint d'étanchéité (1223) à double lèvre comportant deux lèvres en V de façon que chacun des deux V soient disposés selon une direction perpendiculaire à l'autre. Ainsi le joint d'étanchéité (1223) rend l'actionneur étanche non seulement aux pressions s'exerçant de l'intérieur de la chambre (1221) vers l'extérieur, mais également aux pressions s'exerçant de l'extérieur vers la chambre (1221), lorsque les pompes haute pression ne sont pas entraînées. Chacune des deux pompes (202, 203) haute pression qui alimente un double ombilical (44, 43) et des ombilicaux de retour (432, 442) vers le réservoir hydraulique (2031). A proximité de chacune de ces pompes (202, 203) est placé sur chaque départ des ombilicaux haute pression des capteurs de pression (204, 205) dont les signaux électriques sont envoyés sur un automate programmable (206). Cet automate programmable (206) envoie les signaux électriques par l'ombilical (41) pour la boîte de pilotage hydraulique et reçoit également les signaux arrivant par l'ombilical (42) de la boîte électrique de mesure. L'automate (206), comme on le verra par la suite, gère d'une part par certains programmes des mouvements automatisés pour certaines séquences de mouvements et d'autre part gère les échanges entre les signaux de mesure provenant

de l'engin installé au fond de la mer et les signaux de commande provenant du poste de commande installé à terre et reçus par un système de communication à faisceau hertzien constitué par les antennes (28) reliées chacune à un modem d'émission (207) et respectivement un modem de réception (208). Les modems (207, 208) sont branchés sur des entrées sorties séries de l'automate (206). L'automate (206) gère également, comme représenté à la figure 3B, les informations de gestion de la bouée constituées par les signaux indiquant le colmatage du filtre haute pression et la pression de régulation des pompes (202, 203), ces signaux arrivent par le faisceau (2064). L'automate gère les indications de mesure provenant d'un profondimètre installé sur la bouée (2) et arrivant par le faisceau de fils (2062). Un autre faisceau de fils fournit à l'automate (206) par l'arrivée (2063) les informations concernant la vanne de remplissage du réservoir de gasoil, par une arrivée (2065) les informations concernant la remontée de la bouée, par une arrivée (2066) les informations concernant l'immersion de la bouée, par une arrivée (2068) les informations concernant le refroidissement du moteur, par une arrivée (2067) les informations de commande de la mise à l'air de la bouée. Enfin l'automate (206) reçoit également par le faisceau (2010) des informations concernant le fonctionnement du moteur à combustion interne et envoie des commandes par le faisceau (2011) permettant le démarrage et la régulation de vitesse de ce moteur à combustion interne. Le moteur (201) à combustion interne est installé dans un compartiment (20) de la bouée (2) lequel communique avec l'atmosphère par une cheminée (26) qui peut être rendue étanche par un clapet d'étanchéité actionnable par un vérin. Dans le compartiment (20) obturable à volonté, le moteur thermique entraîne d'une part un alternateur (209) et d'autre part les pompes à haute pression (202, 203) ainsi qu'un système de conditionnement d'air. L'alternateur (209) permet la charge d'une batterie (211) disposée dans ce compartiment laquelle permet d'une part le démarrage du moteur d'autre part l'alimentation des installations électroniques de mesure et de commande de l'ensemble. En dessous du compartiment étanche (20) limité par la paroi inférieure (21) est placée une poche souple étanche (22) comportant une vanne de remplissage qui communique avec la partie haute de la bouée. Cette vanne de remplissage permettant le remplissage de la poche (22) avec un combustible fossile (221) tel que du gasoil. Au fur et à mesure de la consommation du combustible fossile (221), la poche (22) se déforme. Le volume délimité entre la paroi inférieure (21) du compartiment étanche (20) et la cloison inférieure (24) de la bouée est pourvue d'ouverture (241) de communication avec l'eau pour permettre le remplissage par l'eau du volume non occupé par la poche, ce qui limite ainsi les variations de flottaison de la bouée. Enfin la bouée est équipée sur sa paroi externe d'un boudin (27) fixé sur celle-ci par des moyens d'attache non représentés. Ce boudin (27) est gonflable par un équipement disposé à

l'intérieur de la bouée (2) et contrôlé par l'automate (206). Cet équipement permet, par le gonflage du boudin (27), de faire remonter la bouée en surface et, par le dégonflage du boudin (27), de contrôler l'immersion de la bouée après avoir commandé l'arrêt du moteur thermique et l'étanchéité du compartiment (20) en fermant le clapet de la cheminée d'aération (26), de façon à immerger la bouée (2) lors des tempêtes.

On comprend que l'on a ainsi réalisé un ensemble qui permet à un outil de travaux publics d'effectuer des travaux sous marin sans être tributaire du clapot généré par la mer, et sans diminuer la capacité de travail de l'engin de travaux publics, car la pelle conserve sa puissance sous l'eau. Ainsi une pelle de 50 tonnes conserve sa capacité de travail et d'élévation de charge lorsqu'elle est immergée sous l'eau avec le dispositif de l'invention. Elle n'a pas à supporter un bras plus long pour pouvoir travailler à des profondeurs importantes ou à être installée sur une plate forme ou barge qui est sensible au roulis et au tangage. De cette façon la tranchée a toutes les garanties d'être rectiligne et les travaux sont interrompus le moins de temps possible, sauf dans les cas de grande tempête. De plus comme on va le voir ci-après le poste de pilotage étant installé à terre le conducteur de l'engin n'est pas perturbé par les mouvements de tangage et de roulis.

Les informations de mesure des mouvements de la pelle sont envoyées par le faisceau hertzien au modem de réception (377) relié à l'automate programmable (376) du poste de pilotage. Cet automate (376) est également relié par une liaison série à un ordinateur industriel de type P.C. avec un clavier (75) lequel contrôle un moniteur (32) et exécute un programme d'affichage d'une part de la position de l'engin en représentant sur des images de synthèse le cap de l'engin déterminé par le gyroscope installé sur la pelle, d'autre part en représentant par des images de synthèse l'inclinaison selon l'axe des x et selon l'axe des y de la pelle. Enfin une dernière fenêtre du moniteur permet de représenter la pelle au bord de la tranchée réalisée par celle-ci de façon à visualiser pour l'utilisateur l'avancement des travaux. Le siège du pilote est installé sur des vérins (35, 36) qui recopient les inclinaisons de la pelle (1) de façon à reproduire les sensations de conduite comme si le pilote était installé sur l'engin. L'automate (376) commande également par son bornier des dispositifs (331, 341) de renvoi d'effort sur les manipulateurs gauche (33), droit (34). Ces manipulateurs (33, 34, figure 4B) permettent au conducteur de commander par les liaisons (3304, 3404) avec le bornier (374) les différents mouvements de la pelle en ayant en retour, d'une part les sensations d'inclinaison transmises par le siège et les sensations d'efforts de la pelle sur les manipulateurs (33, 34) et d'autre part la visualisation par images de synthèse de la position des dents du godet (14), de l'inclinaison de l'engin (1) et de l'avancement des travaux. Le dispositif renvoie les efforts de la pelle (1) sur les manipulateurs commandés, par les signaux fournis par les cap-

teurs de pression (204, 205) en sortie des pompes haute pression (202, 203) qui sont envoyés par l'automate (206) de la bouée (2) vers l'automate (376) du poste de pilotage. Ce dernier (376) traduit ces signaux de pression en un courant de commande proportionnel de façon à envoyer le courant sur des électroaimants disposés dans chaque dispositif (341, 331) de renvoi des efforts. Les électroaimants augmentent la résistance au déplacement de chacun des manipulateurs en proportion des signaux électriques reçus.

En effet, chaque électroaimant (341, respectivement 331) est relié à un mécanisme identique, représenté à la figure 4C, dans lequel la tige respective de l'électroaimant (341, 331) est rendue solidaire d'une plaque mobile (349, 339) montée en translation sur des tiges coulissantes (348, 338) dans des manchons (347, 337). Ces manchons (337) sont fixés sur une plaque (347, 337) laquelle constitue, avec des poteaux (344, 334) et une plaque (342, 332), un châssis rigide pour l'ensemble. L'électroaimant (341, 331) est monté sur la plaque inférieure respective (342, 332) et le manipulateur (340, 330) est rendu solidaire de la plaque supérieure (347 respectivement 337). Cette plaque supérieure comporte un perçage dans lequel passent l'axe du manipulateur (34, 33) et un élément (340, 330) solidaire de l'axe (34, 33) qui appuie sur les extrémités des doigts (340, 330) de transmission des mouvements du manche (34, 33) du manipulateur (340, 330) à des capteurs permettant de traduire ces mouvements en signaux électriques retransmis par les liaisons (340, 330, figure 4B) au bornier (374). La plaque (349, 339) est suspendue également par deux ressorts (346, 336) disposés de chaque côté à la plaque supérieure (347, 337) du châssis. Des tiges (343, 333) solidaires d'une part de la plaque (349, 339) et d'autre part d'une bague annulaire (348, 338) laquelle est rendue solidaire des tiges (348, 338) guidées en translation dans les manchons (347, 337). Lorsque l'effort de l'électroaimant augmente sur la plaque (349, 339), la tension des ressorts (346, 336) augmente et la force d'appui de la plaque (345, 335) sur l'élément (340, 330) de commande des déplacements des doigts (340, 330) de détection des mouvements du manche (34, 33) subit un effort qui s'oppose au déplacement du manche (34, 33) en inclinaison. De cette façon par cette réalisation simple utilisée sur chacun des manipulateurs (340, 330), le pilote aura la sensation de la résistance rencontrée par l'engin piloté à distance.

D'autres modifications à la portée de l'homme de métier font également partie de l'esprit de l'invention.

## Revendications

1. Engin étanche (1), doté d'actionneurs (115, 122, 142, 151, 152, 161, 178) permettant la commande à distance caractérisé en ce que ses organes sensibles sont étanches pour garder ainsi la même ca-

pacité sous l'eau que sur terre, en terme de travaux de génie, et comporte des capteurs (189, 177, 168, 166, 155, 111, 132, 143) qui indiquent la position des différents axes permettant de juger de l'état de l'engin, en indiquant sa direction et sa position, des ombilicaux (43, 44) hydrauliques et électriques (41, 42) transportant l'énergie de puissance, les ordres de commandes des actionneurs et les informations provenant des capteurs, ces ombilicaux reliant l'engin (1) se trouvant dans l'eau, et un élément en surface (2) où se trouve le générateur d'énergie, ainsi que le système de gestion complet ou partiel selon que le principe retenu de pilotage de l'engin est soit à partir d'un ponton soit d'une bouée.

2. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 1, caractérisé en ce que le générateur d'énergie est un moteur thermique (201) entraînant des pompes hydrauliques (202, 203).
3. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les actionneurs (115, 122, 142, 151, 152, 161, 178) sont rendus étanches aux pressions des fluides s'exerçant de l'extérieur vers l'intérieur, pendant les phases d'arrêts de la centrale d'énergie.
4. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 1 ou 3, caractérisé en ce que le générateur d'énergie est une pompe hydraulique et les actionneurs sont des moteurs hydrauliques ou des vérins.
5. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 1 ou 3, caractérisé en ce que le générateur et les actionneurs sont électriques.
6. Engin de travail en milieu hostile selon une des revendications 1 ou 3, caractérisé en ce que le générateur est constitué d'une pompe hydraulique pour les moteurs et actionneurs de puissance et d'un générateur électrique pour les autres moteurs ou actionneurs.
7. Engin de travail en milieu hostile selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'équipement comporte des moyens (28, 208, 207) de communication hertziens d'une part pour la réception (208) des signaux de commande des différents éléments de l'équipement intermédiaire, des moteurs (201 à 203) et des actionneurs de l'engin et, d'autre part pour la transmission (207) des signaux provenant des capteurs de l'engin (1).
8. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens d'étanchéité sont constitués de joints (1223) à double lèvres en V dont les V sont accolés entre eux selon deux directions perpendiculaires.

9. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de communication hertziens de l'équipement intermédiaire communiquent avec un poste de pilotage (3). 5
10. Engin de travail en milieu hostile selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'engin de travail comporte un gyroscope (113) pour déterminer son cap et deux inclinomètres (113), l'un pour déterminer l'inclinaison selon l'axe des x, l'autre pour déterminer l'inclinaison selon l'axe des y. 10
11. Engin de travail en milieu hostile selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'engin (1) est une pelle hydraulique équipée d'un deuxième bras (15, 16, 17, 18) sur lequel peuvent être montés des outils auxiliaires amenable en position de travail par une rotation de la tourelle d'un angle de 180°. 15
12. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'outil auxiliaires est un mât de forage (19). 20
13. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'outil auxiliaire est constitué d'une pompe. 25
14. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'outil auxiliaire est constitué d'une cisaille. 30
15. Engin de travail en milieu hostile selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'outil auxiliaire est constitué d'un marteau hydraulique. 35
16. Engin de travail en milieu hostile selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'engin est un buteur (1B) mû sur le sol par des chenilles comportant une lame transversale à son déplacement et dont la position en hauteur est définie par deux actionneurs. 40
17. Engin de travail en milieu hostile selon une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que les actionneurs de flèche de pelle sont mis en position de pilotage "flow" lorsque les dents de la pelle ont atteint la profondeur de tranchée souhaitée, de façon à permettre au conducteur de creuser une tranchée dont le fond reste au même niveau. 45
18. Engin de travail selon la revendication 1 caractérisé en ce que la bouée comporte dans un volume cylindrique un premier compartiment supérieur étanche (20) communiquant avec l'atmosphère par une cheminée (26) obturable par au moins une soupape d'étanchéité commandée par un vérin et contenant des moyens de communication avec un poste de commande, et un second compartiment dans lequel est disposée une poche souple (21) communiquant avec le premier compartiment par un tuyau d'alimentation, ladite poche souple contenant le combustible fossile (221) destiné à l'alimentation du moteur thermique (201) placé dans le premier compartiment, cette poche souple (21) étant placée dans un compartiment qui communique par une paroi inférieure (24) percée d'orifices (241) avec le milieu fluide dans lequel la bouée (2) flotte, l'enveloppe cylindrique de la bouée étant pourvue à sa périphérie d'un boudin gonflable (27) permettant d'une part le maintien de la bouée (2) au même niveau de flottaison quel que soit le niveau du combustible dans la poche et d'autre part son immersion en cas de danger en surface. 50
19. Engin de travail selon la revendication 18, caractérisé en ce que la bouée comporte pour travaux maritimes selon la revendication 18, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens de commande du vérin d'actionnement de la soupape d'étanchéité du compartiment supérieur (20) et des moyens de contrôle du gonflage et dégonflage du boudin (27) gonflable de façon à permettre l'immersion totale de la bouée ou de contrôler son niveau de flottaison en fonction des niveaux du liquide combustible fossile (221) et des conditions météorologiques. 55
20. Engin de travail selon la revendication 18 ou 19 caractérisé en ce que la bouée comporte pour travaux maritimes selon la revendication 18 ou 19, caractérisée en ce qu'elle comporte en plus du moteur thermique (201) un générateur électrique (209) destiné à la charge d'une batterie d'alimentation (211) des équipements électroniques incorporés dans la chambre, un système de climatisation, des pompes hydrauliques (202, 203) permettant de fournir le fluide d'actionnement aux moteurs ou actionneurs de puissance de l'engin (1).
21. Engin de travail selon une des revendications 18 à 20 caractérisé en ce que le circuit électronique de la bouée comporte pour travaux maritimes selon une des revendications 18 à 20, caractérisée en ce que les circuits électroniques comportent un automate programmable (206) relié par un bornier d'interface : aux capteurs délivrant les informations sur le fonctionnement du moteur (201) et aux actionneurs permettant le pilotage du moteur (201) à combustion interne, à l'ombilical (42) fournissant le retour des informations de la boîte électrique de mesure de l'engin (1), à l'ombilical (41) de pilotage des distributeurs hydrauliques de l'engin (1) ; aux capteurs (2063 à 2067) et actionneur (2069) permettant de commander le niveau de flottaison de la bouée ou son immersion et à des modems reliés eux-mêmes



mes à une ou plusieurs antennes (28) permettant l'émission par un premier modem (207) et la réception par l'autre modem (208).

- 22.** Poste de commande pour engin (1) selon la revendication 1, relié par un ombilical (4) à un équipement intermédiaire (2) communiquant avec le poste de commande par onde hertzienne caractérisé en ce que le poste (3) comporte un siège (31) monté sur des actionneurs (35, 36) reproduisant les mouvements d'inclinaison selon les deux axes de l'engin et comportant à proximité du siège (31) du conducteur deux manipulateurs (33, 34) à trois axes avec dispositifs (331, 341) de renvoi d'effort reliés d'une part à un automate programmable (376), lui-même relié à des modems d'émission (378) et de réception (377) de faisceau hertzien et d'autre part par une liaison série à un système informatique de type ordinateur industriel (375) avec clavier connecté à un moniteur (32) de visualisation.

- 23.** Poste de commande pour engin selon la revendication 22, caractérisé en ce que le dispositif de renvoi d'effort de l'engin est constitué de capteurs (204, 205) de pression disposés sur les sorties des pompes (202, 203) haute pression alimentant l'engin en énergie, lesdits capteurs étant reliés à l'automate (206) programmable de l'équipement intermédiaire (2), les signaux fournis par ces capteurs émis par le modem (207) de transmission hertzien puis reçus par le modem (377) de réception de la cabine de pilotage (3) et convertis par un deuxième automate (376) en un courant d'alimentation d'un électroaimant destiné à appliquer un effort proportionnel à la pression mesurée en sortie des pompes sur la rotule du manipulateur (34, 33) associé au capteur de pression (204, respectivement 205).

- 24.** Poste de commande pour engin selon la revendication 22 ou 23, caractérisé en ce que l'écran du moniteur (32) comporte plusieurs fenêtres gérées par le programme de l'ordinateur (375) pour permettre dans une première fenêtre l'affichage de la direction indiquée par le gyroscope, dans une deuxième fenêtre la représentation de l'engin et des dimensions de la tranchée creusée par l'engin, dans une troisième fenêtre l'inclinaison de l'engin selon l'axe des x, dans une quatrième fenêtre l'inclinaison de l'engin selon l'axe des y, dans une cinquième fenêtre l'inclinaison des dents du godet (14) de la pelle (1) de façon à permettre au conducteur de connaître la position exacte du godet à tout moment, et dans une dernière fenêtre de visualisation les images transmises par les modems (279, 379) en provenance d'une caméra montée sur l'engin (1).

- 25.** Poste de commande pour engin selon la revendication

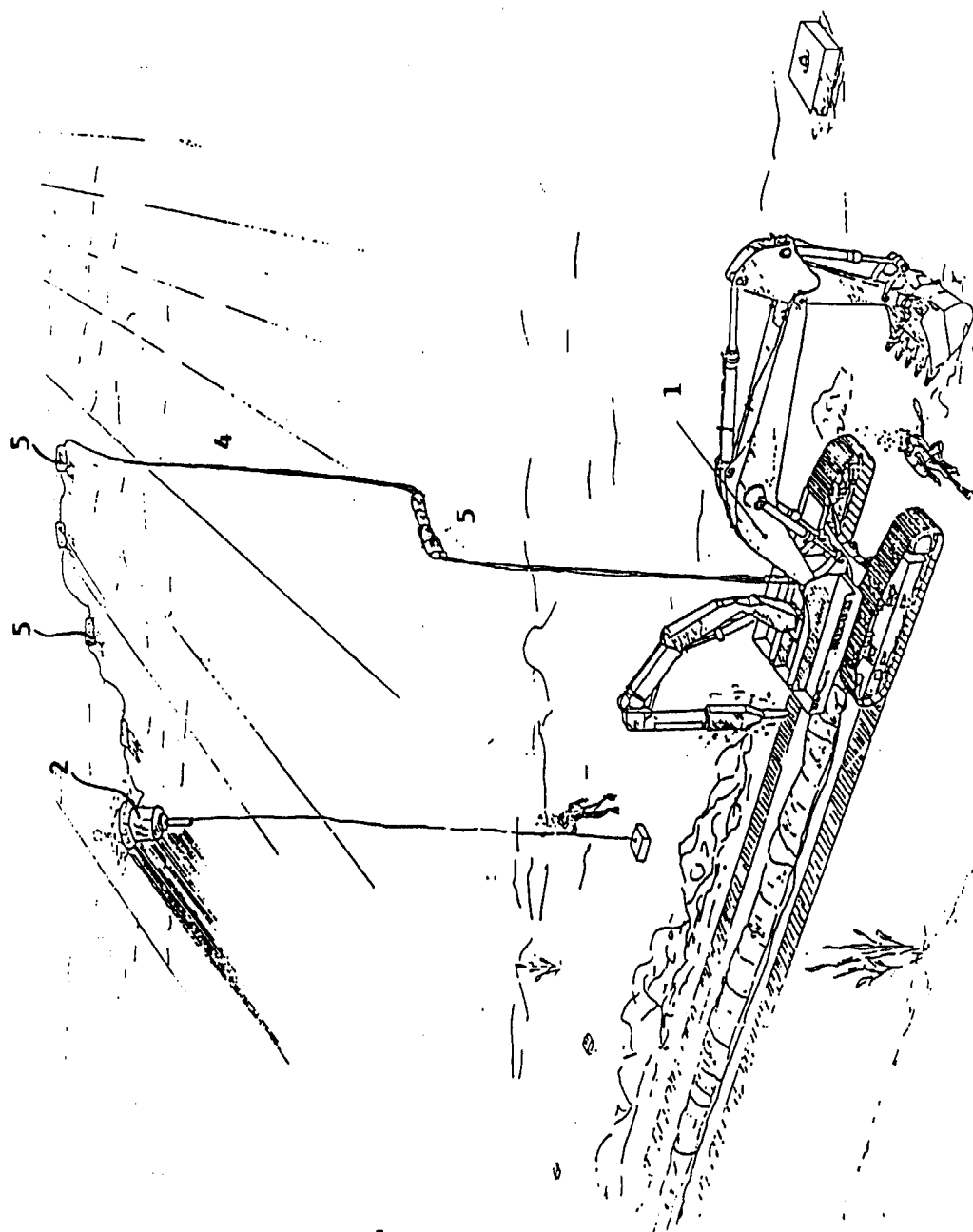
24, caractérisé en ce que l'ordinateur du poste de pilotage comporte un programme informatique reconstituant des images de synthèse représentant à partir des signaux fournis par les capteurs de recopie des mouvements de l'engin et des capteurs de position et d'inclinaison, d'une part la position de l'engin d'autre part la réalisation du travail effectué.

- 26.** Poste de commande pour engin selon une des revendications 22 à 25, caractérisé en ce que l'automate (206) implanté dans l'équipement intermédiaire et servant au contrôle et à la commande de l'engin (1) est programmé pour comporter des séquences automatisées de fonctionnement de l'engin pour des opérations telles que la pose du déblai à proximité de la tranchée de façon à ce que le conducteur soit déchargé de cette tâche et que le remblai ainsi effectué soit toujours à la même distance par rapport à la tranchée.

- 27.** Poste de commande pour engin selon la revendication 26, caractérisé en ce qu'une telle séquence est enclenchée par l'utilisateur à partir d'un des boutons d'un des manipulateurs (34, 33) à trois axes et l'exécution de la séquence est représentée sur l'écran pour que le conducteur puisse à la fin de la séquence automatisée reprendre le contrôle de l'engin par les manipulateurs.

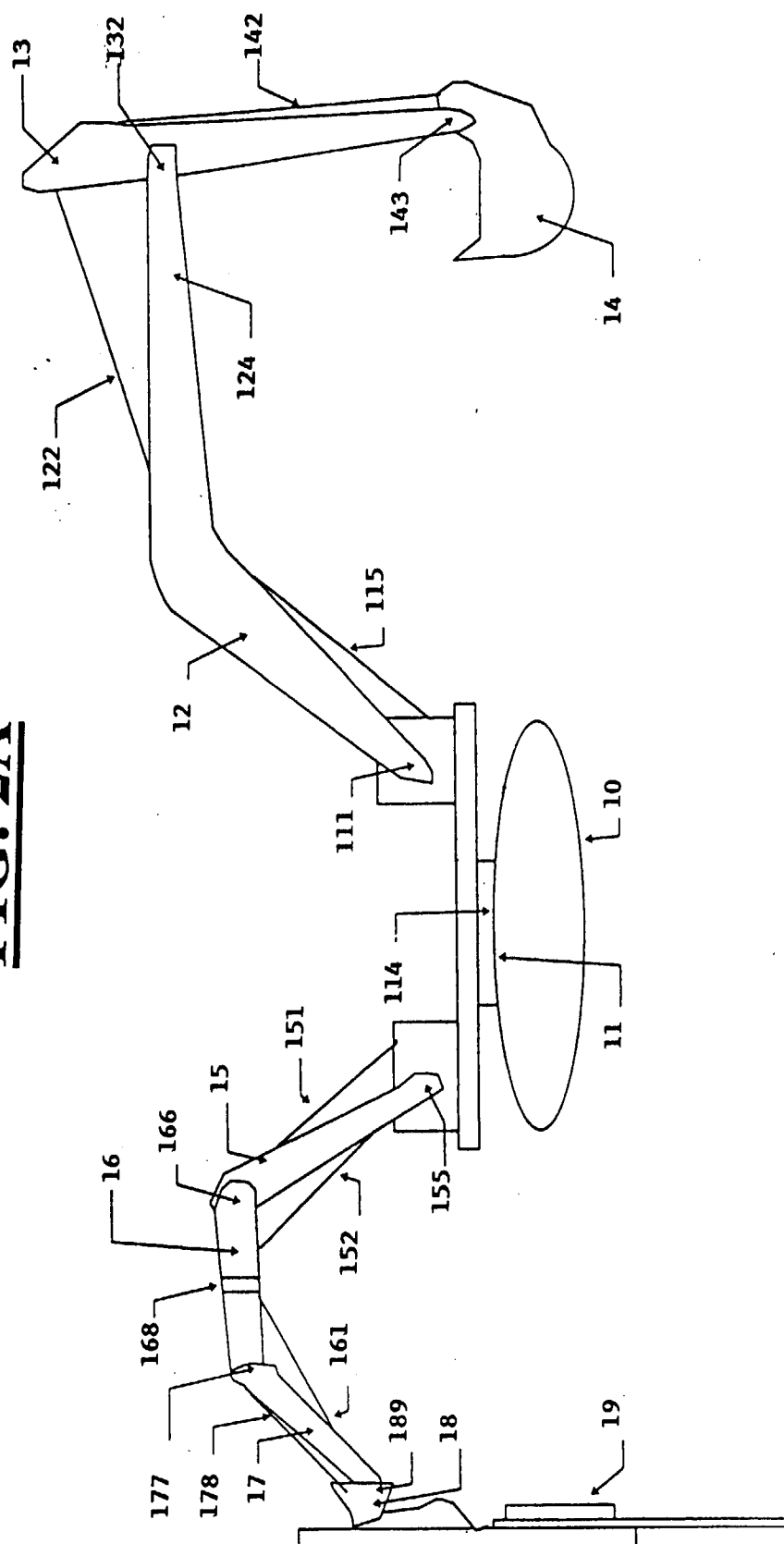
- 28.** Poste de commande pour engin selon la revendication 26 ou 27, caractérisé en ce que l'automate (206) de commande de l'engin (1) comportera pour une séquence automatisée du dépôt de déblai une commande de relèvement de la flèche (12) de pelle ; une commande de rotation de la tourelle (11) de pelle d'un angle déterminé suivi d'une commande de basculement du godet (14) de pelle de façon à déverser le déblai à proximité de la tranchée puis à nouveau une commande de rotation de tourelles en sens inverse du même angle et l'envoi d'un signal au poste de pilotage de façon à ce que l'utilisateur reprenne le contrôle.

- 29.** Poste de commande pour engin selon une des revendications 22 à 28, caractérisé en ce que le programme de l'automate de l'équipement intermédiaire permet, lorsque l'utilisateur commande par le manipulateur le mouvement du bras (15 à 18) porte outils (19), de gérer automatiquement la rotation de la tourelle (11) d'un demi-tour pour assurer sa mise en place de façon précise et à la fin de l'utilisation d'effectuer la rotation en sens inverse de façon à éviter une torsion supérieure à un demi-tour des ombilicaux (4).

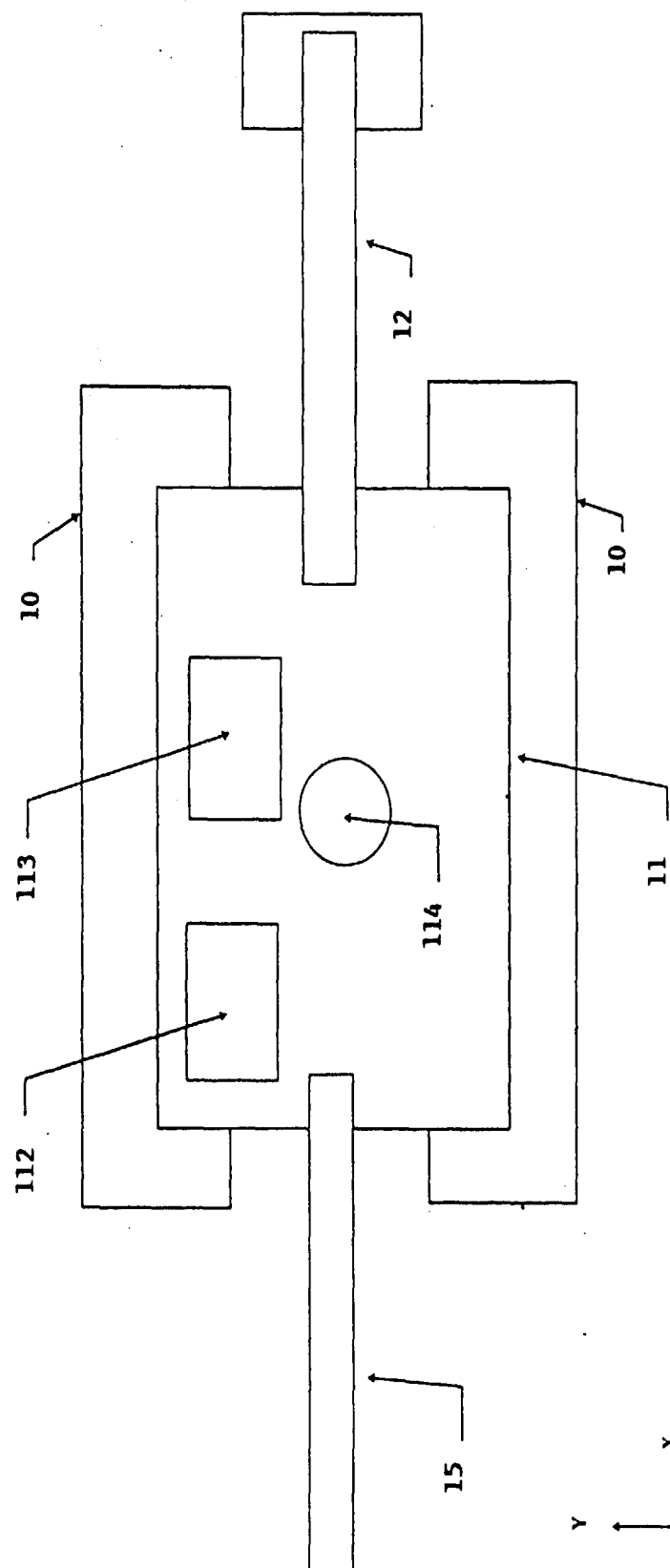


**FIG. 1**

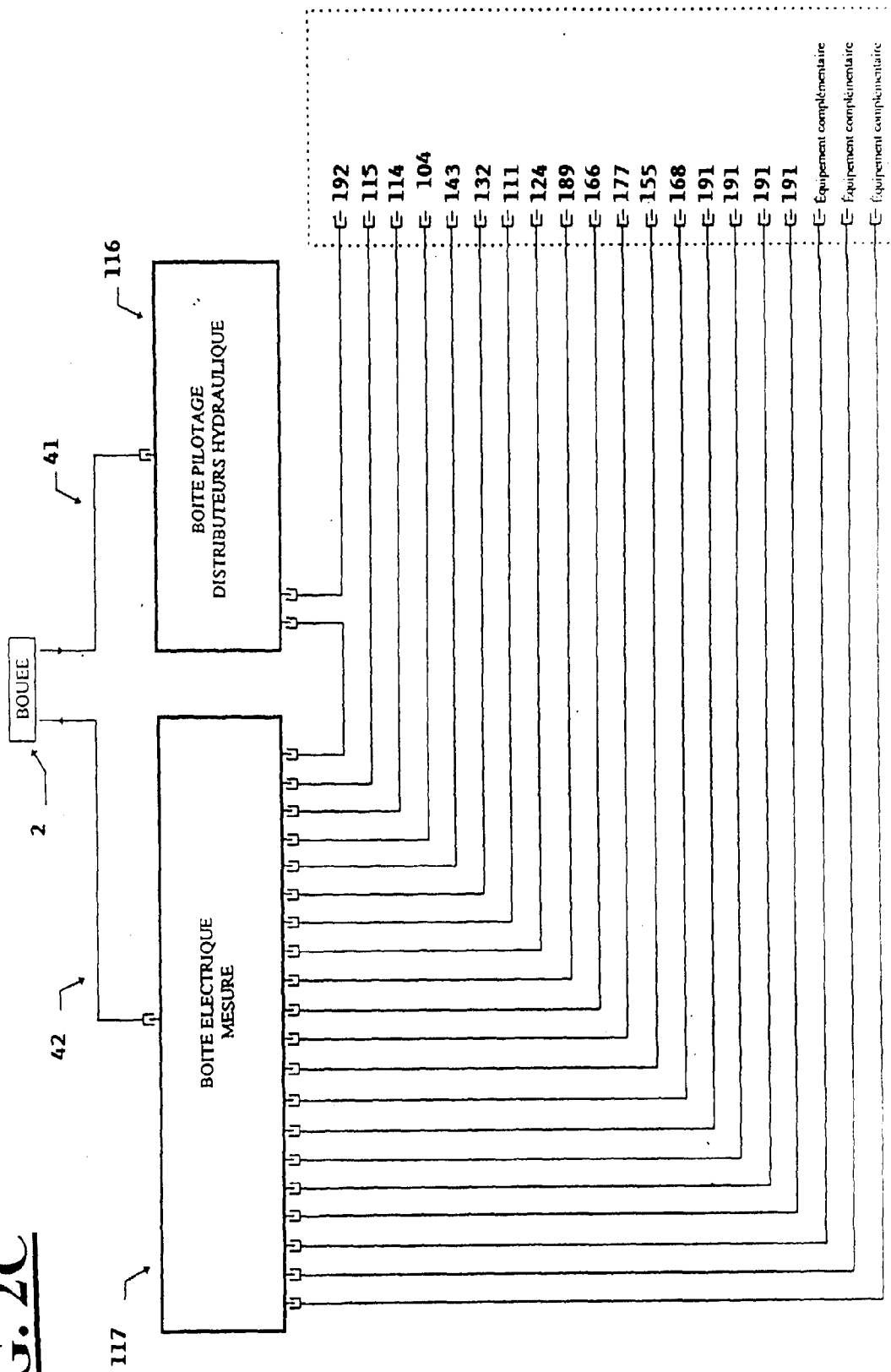
**FIG. 2A**

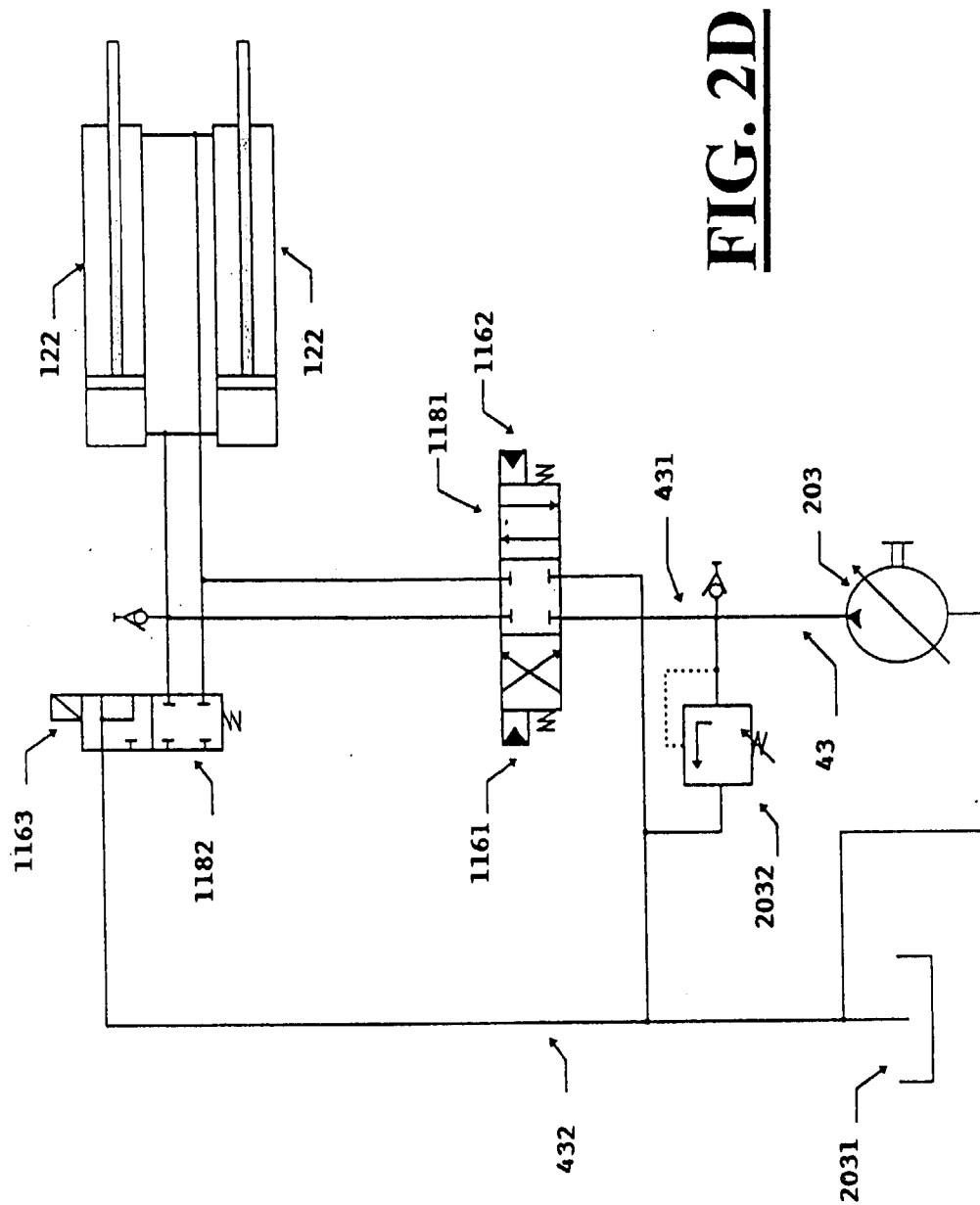


**FIG. 2B**



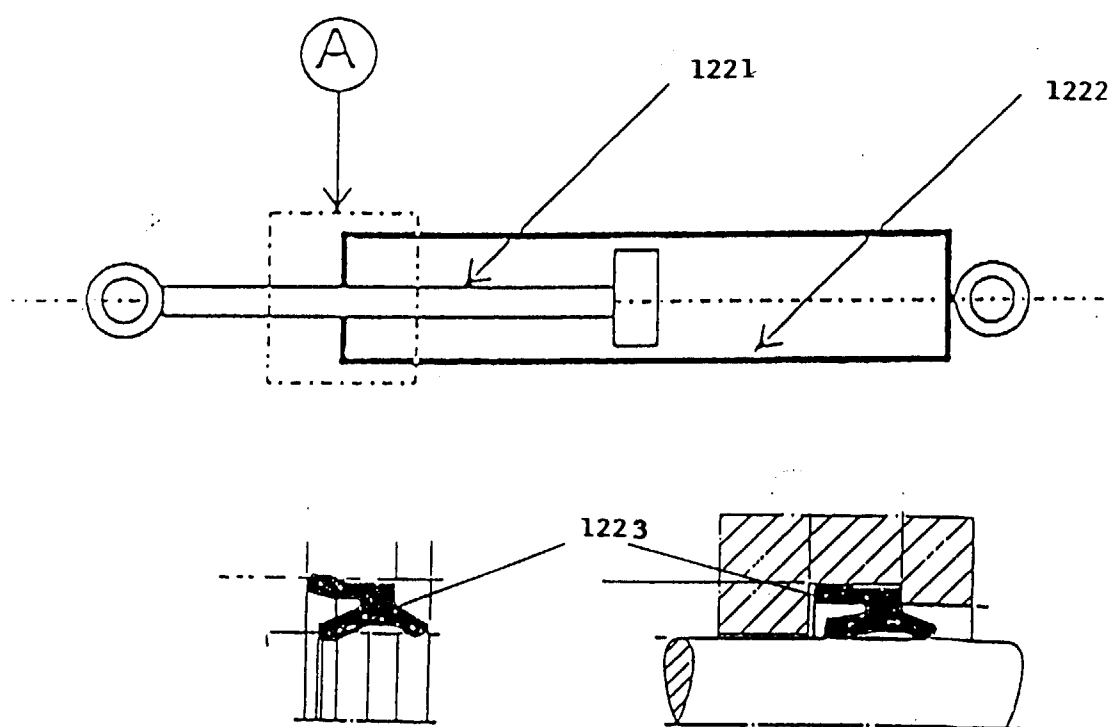
**FIG. 2C**



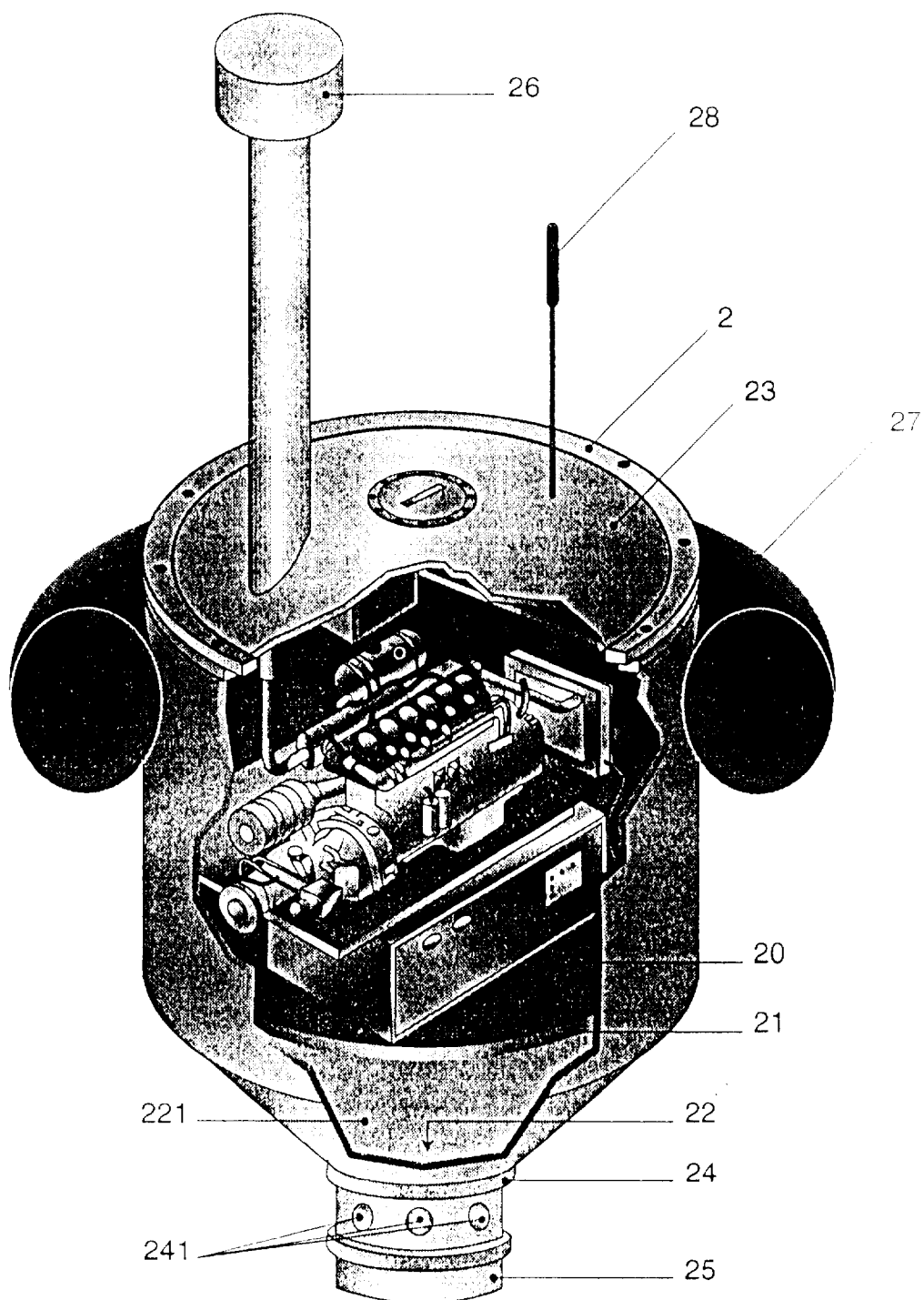


**FIG. 2D**

**FIG. 2E**

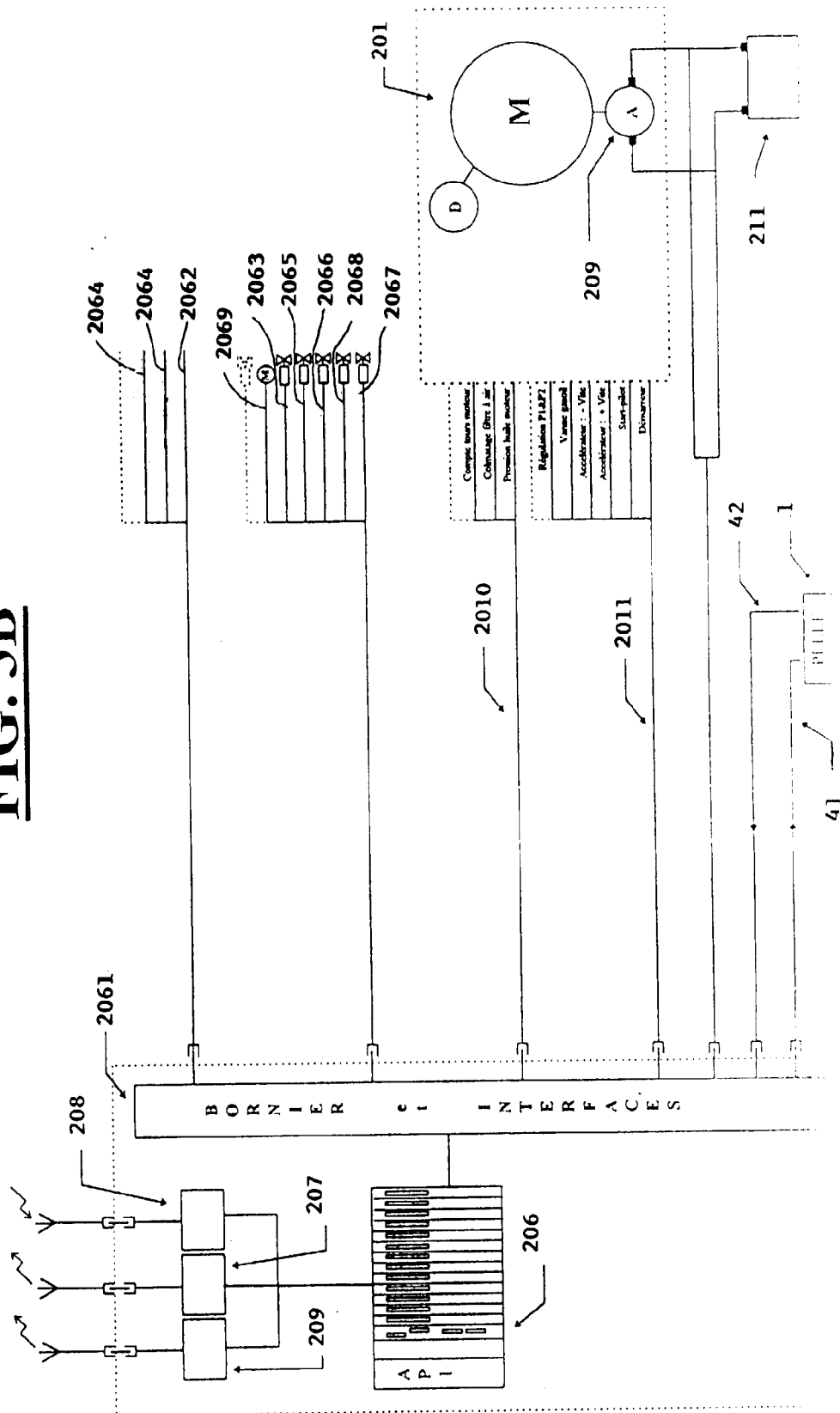


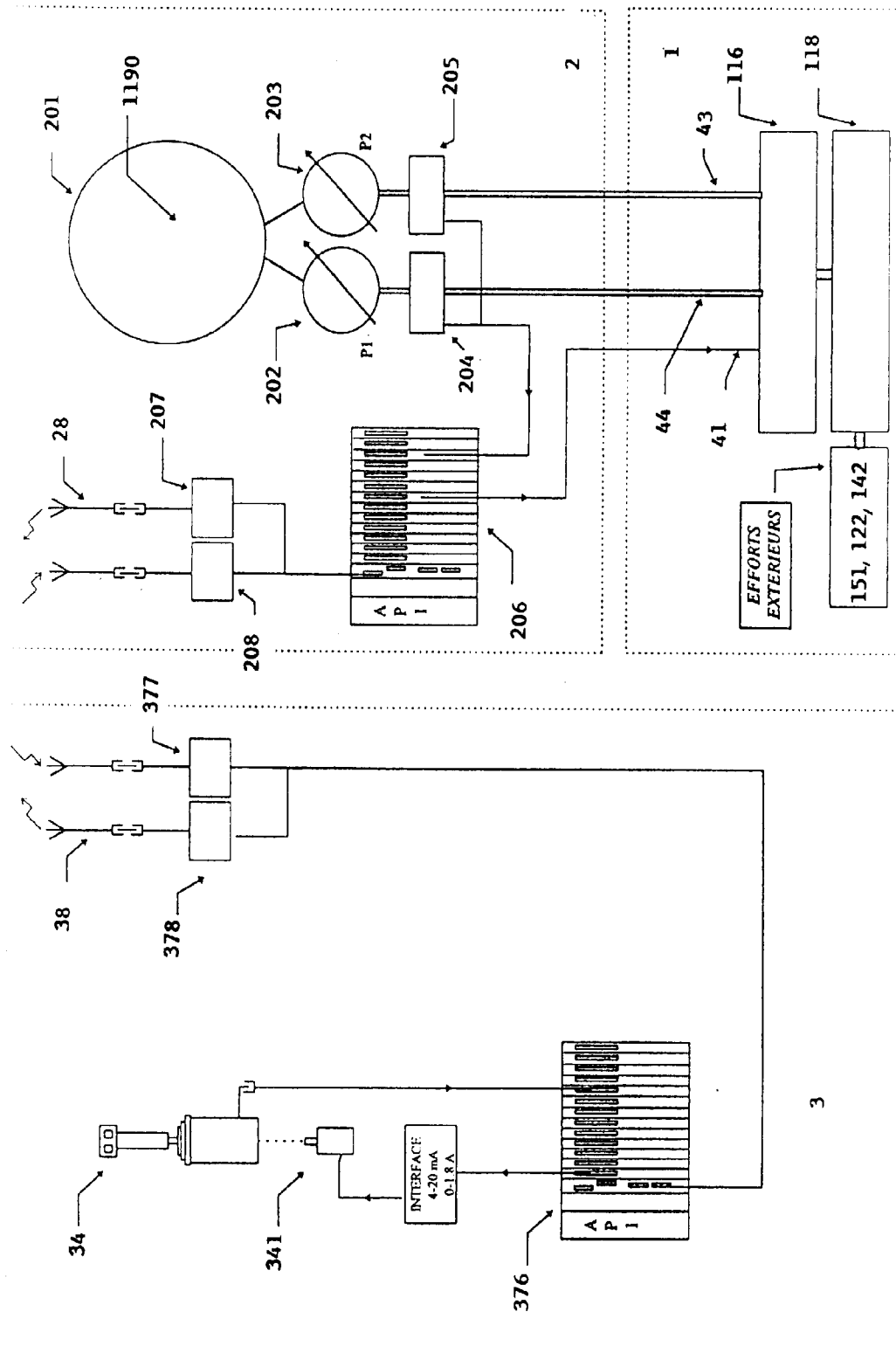
**FIG. 3A**





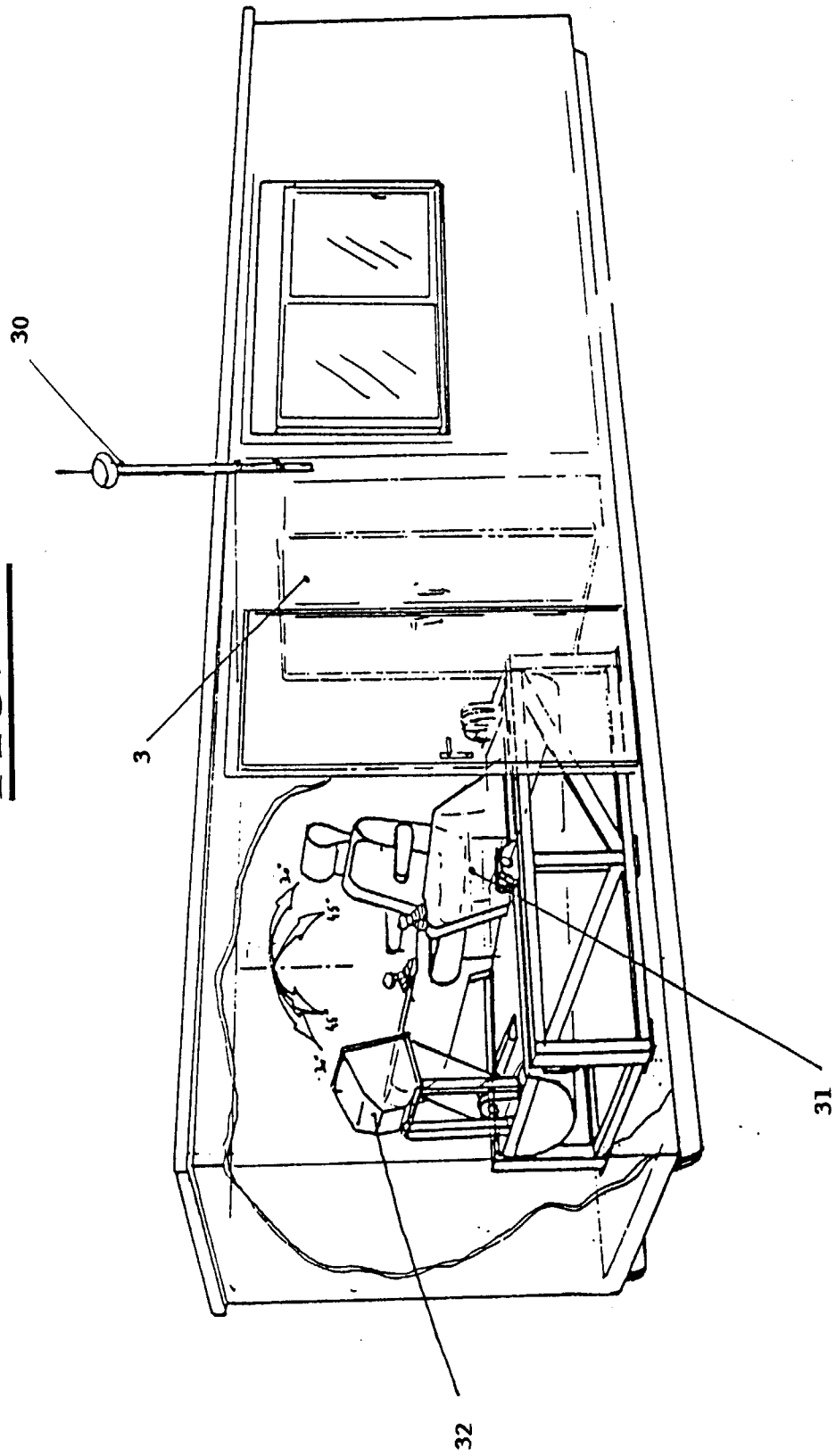
**FIG. 3B**



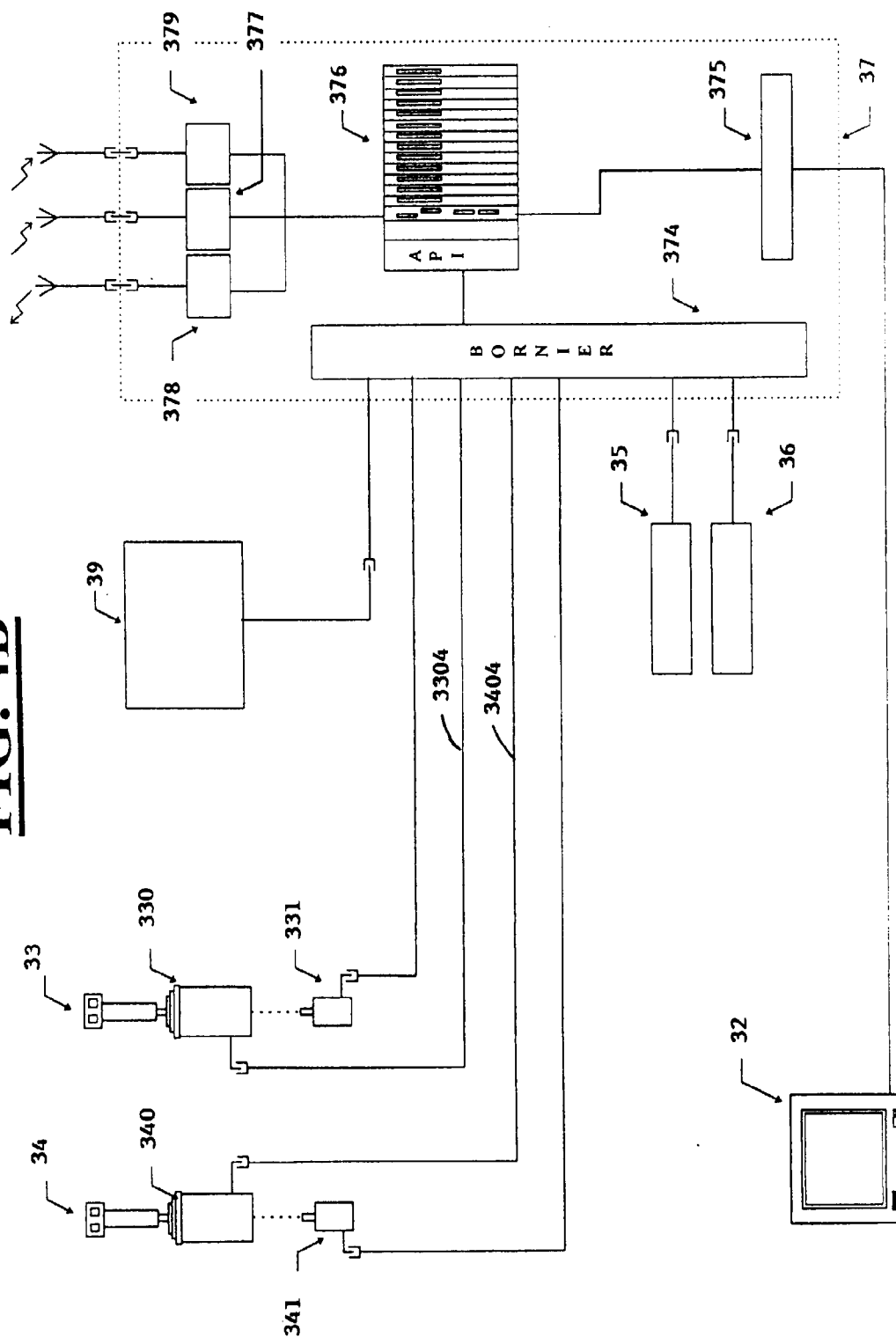


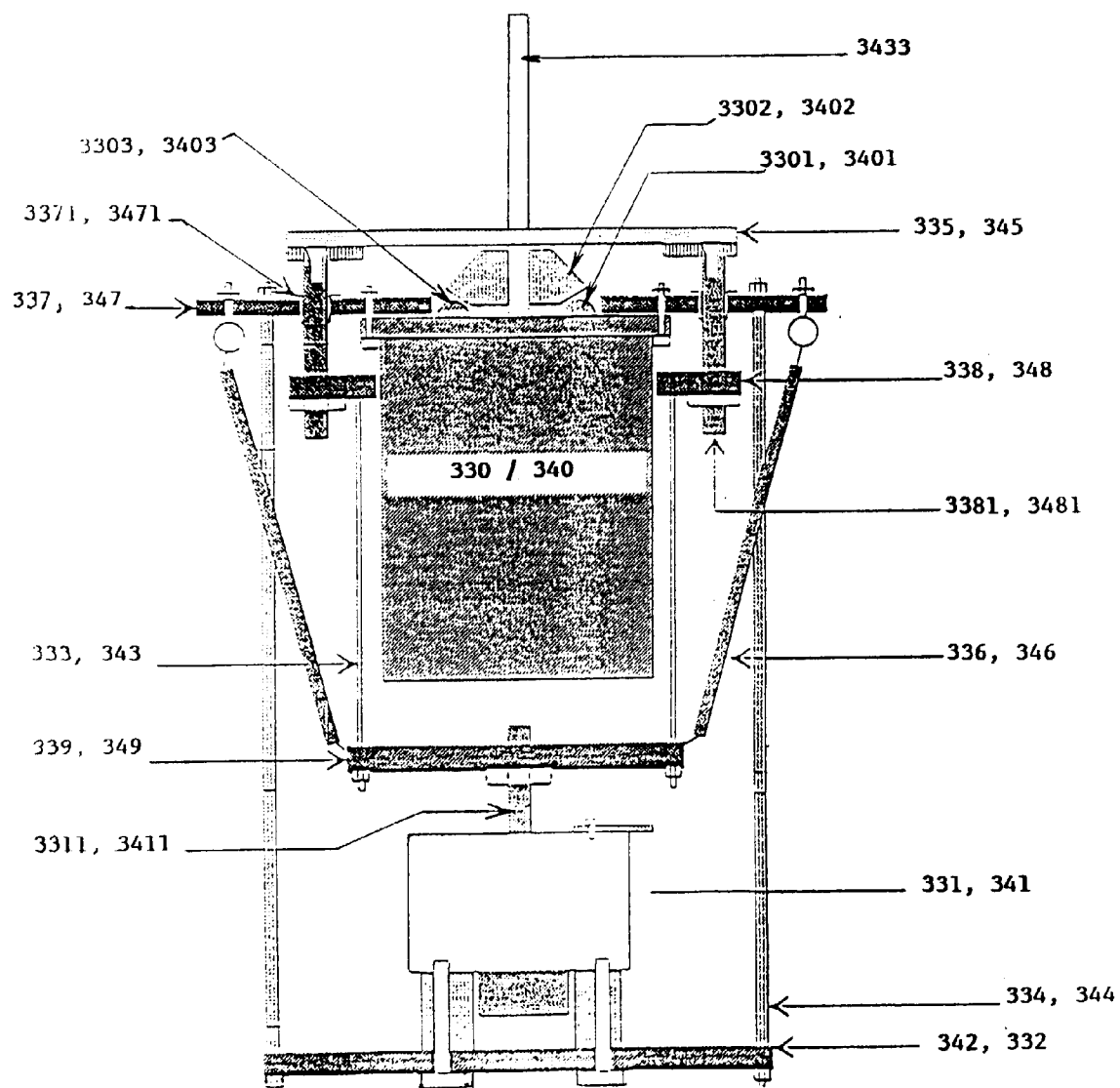
**FIG. 3C**

**FIG. 4A**



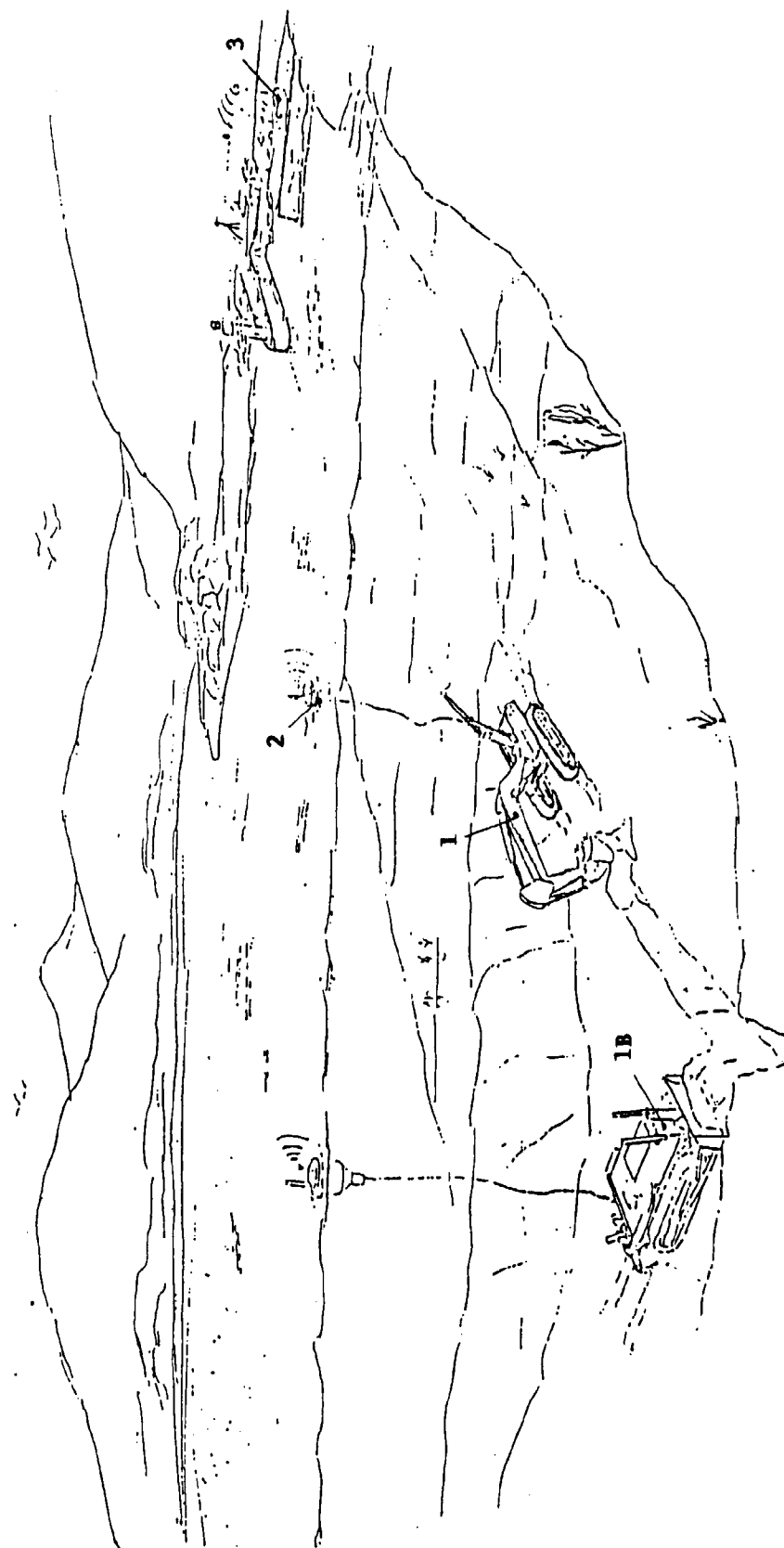
**FIG. 4B**





**FIG. 4C**

**FIG. 5**





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 97 40 1785

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                              | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                         | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 095, no. 011, 26 décembre 1995<br>& JP 07 229741 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 29 août 1995,<br>* abrégé * | 1                                                                                                                                                                                                                                                               | E02F5/00<br>E02F9/20                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | ---<br>US 3 568 454 A (ITAMI) 9 mars 1971<br>* colonne 2, ligne 7-22; figure 1 *                                                             | 1,3,16,<br>18                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | ---<br>WO 95 30880 A (CATERPILLAR INC) 16 novembre 1995<br>* abrégé; figures 2-5 *                                                           | 1,7,9                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | ---<br>US 3 892 079 A (HIRANO KINICHI ET AL) 1 juillet 1975<br>* abrégé; figure 1 *                                                          | 1-3,7,9                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | ---<br>DE 37 39 041 A (SIEMENS) 24 mai 1989<br>* colonne 5, ligne 63-65; figure 6 *                                                          | 1                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | ---<br>FR 2 693 220 A (SACAVI) 7 janvier 1994<br>* abrégé; figure 4 *                                                                        | 22                                                                                                                                                                                                                                                              | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int.Cl.6)<br>E02F |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                              | Date d'achèvement de la recherche<br>31 octobre 1997                                                                                                                                                                                                            | Examineur<br>Matzdorf, U                             |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>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 |                                                                                                                                              | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                      |

EPO FORM 1503 03.82 (F04C02)