

Description

Arrière-plan de l'invention

[0001] L'invention concerne la synchronisation de vérins hydrauliques et trouve une application notamment pour l'actionnement simultané de volets mobiles de tuyères de turboréacteurs à section d'éjection variable. L'invention peut toutefois être utilisée dans d'autres applications, par exemple pour l'actionnement d'un anneau de commande d'aubes à angle de calage variable dans un redresseur fixe de compresseur de turbine à gaz.

[0002] Dans un mode de réalisation connu d'une tuyère à section variable, l'actionnement des volets mobiles est réalisé au moyen d'un ensemble de vérins hydrauliques agissant sur des volets commandés, lesquels entraînent à leur tour des volets suiveurs. Les volets commandés sont actionnés par des biellettes articulées sur les tiges des vérins ou sur un anneau de commande commun sur lequel agissent les vérins. Des moyens mécaniques assurent la synchronisation des volets commandés, indépendamment des volets suiveurs qui eux ne le sont pas. Une telle tuyère, dont la conception mécanique fait qu'elle est auto-synchronisée, présente des inconvénients en termes de coût et de masse et du fait de la présence de pièces amenées à frotter les unes sur les autres à chaud.

[0003] Une autre solution consiste à commander l'ensemble des volets en synchronisme afin d'éviter des frottements, voire des coincements entre volets qui requièrent un effort d'actionnement accru et peuvent être causes de dommages affectant la durée de vie des volets, en reportant la fonction de synchronisation au niveau des vérins.

[0004] Or, en raison d'une inévitable dispersion de caractéristiques, on sait qu'un déplacement simultané des tiges des vérins est en pratique impossible à réaliser même en commandant les vérins à partir d'un distributeur commun de fluide hydraulique.

[0005] Afin de résoudre ce problème, il a été proposé dans le document FR 96 14 565 de réaliser une liaison mécanique entre les pistons des vérins au moyen d'un anneau denté qui engrène avec des pignons, chacun couplé à un piston de vérin par un système vis-écrou qui transforme le mouvement de translation du piston en mouvement de rotation du pignon.

[0006] Un tel dispositif de synchronisation permet bien d'assurer un déplacement simultané des pistons des vérins mais nécessite un anneau denté capable de transmettre les efforts nécessaires pour vaincre les écarts de déplacement entre pistons, donc un anneau relativement massif et encombrant.

Objet et résumé de l'invention

[0007] L'invention a pour but de fournir un ensemble d'actionnement à vérins hydrauliques synchronisés ne

présentant pas un tel inconvénient.

[0008] Ce but est atteint grâce à un ensemble comportant :

- 5 - un circuit hydraulique de commande,
- un vérin pilote ayant un cylindre et un piston définissant, dans le cylindre, deux chambres reliées au circuit hydraulique,
- 10 - au moins un vérin piloté ayant un cylindre et un piston définissant dans le cylindre deux chambres dont au moins une première chambre est reliée à une sortie d'un distributeur, lequel distributeur est relié au circuit hydraulique et a un organe de commande dont la position détermine la pression dans la première chambre du vérin piloté, et
- 15 - une transmission mécanique pour transmettre un déplacement du piston du vérin pilote à l'organe de commande du distributeur associé au vérin piloté, de sorte que le déplacement du piston du vérin piloté est asservi à celui du piston du vérin pilote par commande de la position de l'organe de commande du distributeur associé au vérin piloté.

[0009] De la sorte, au niveau du ou de chaque vérin piloté, la consigne de position du piston du vérin pilote, transmise mécaniquement, est appliquée non pas directement sur le piston du vérin piloté, mais sur un distributeur associé au vérin piloté et agissant comme amplificateur hydraulique du signal mécanique de consigne. La transmission mécanique du déplacement du piston du vérin pilote peut donc être assurée par des moyens allégés.

[0010] Selon une particularité de l'ensemble d'actionnement, cette transmission mécanique comprend un dispositif de conversion du déplacement en translation du piston du vérin pilote en mouvement en rotation d'un pignon pilote, un dispositif de transmission du mouvement de rotation du pignon pilote à un pignon piloté, et un dispositif de conversion du mouvement en rotation du pignon piloté en un déplacement en translation d'une tige de commande du distributeur associé au ou à chaque vérin piloté.

[0011] Avantageusement, le dispositif de conversion du mouvement de rotation du pignon piloté en un déplacement en translation de la tige de commande est formé par un premier système vis-écrou dans lequel la vis est portée par la tige de commande. Il est alors prévu un deuxième système vis-écrou pour convertir un déplacement en translation du piston du vérin piloté, agissant comme écrou, en un mouvement de rotation de la vis du deuxième système vis-écrou, la tige de commande et la vis du deuxième système vis-écrou étant vissées l'une sur l'autre de manière que les rotations de la tige de commande et de la vis se compensent et que la tige de commande reste immobile en translation lorsque le déplacement du piston du vérin pilote, transmis à la tige de commande, et celui du piston du vérin piloté sont synchronisés.

[0012] Le dispositif de transmission du mouvement de rotation du pignon pilote à un pignon piloté est par exemple constitué par un roulement linéaire souple portant des crémaillères sur lesquelles engrènent les pignons.

[0013] Le ou chaque vérin piloté peut avoir une première chambre reliée au distributeur associé à ce vérin piloté et une deuxième chambre reliée en commun avec une chambre du vérin pilote.

[0014] En variante, on pourra associer au ou à chaque vérin piloté un distributeur double voie relié à la première et à la deuxième chambre du vérin piloté.

[0015] Lorsque les pistons des vérins sont reliés à un même anneau de commande, l'ensemble d'actionnement comprend de préférence un vérin pilote et deux vérins pilotés. Si au moins un vérin supplémentaire est nécessaire, ce vérin supplémentaire pourra être un vérin suiveur relié au circuit hydraulique en parallèle avec le vérin pilote, la présence d'un vérin pilote et de deux vérins pilotés étant suffisante pour assurer la synchronisation souhaitée.

Brève description des dessins

[0016] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique développée d'un mode de réalisation d'un ensemble d'actionnement conforme à l'invention pour des volets de tuyère à section variable ;
- la figure 2 est une vue en coupe partielle d'un mode de réalisation d'un vérin pilote pour un ensemble d'actionnement conforme à l'invention ;
- la figure 3 est une vue à échelle agrandie d'un détail de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue partielle en coupe selon le plan IV-IV de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue en coupe partielle d'un vérin piloté de l'ensemble de la figure 1 ;
- la figure 6 est une vue à échelle agrandie d'une partie de la figure 5 ;
- la figure 7 est un schéma illustrant le principe de fonctionnement de l'ensemble de la figure 1 ; et
- la figure 8 est un schéma illustrant un mode de réalisation d'un ensemble d'actionnement conforme à l'invention pour des volets de tuyère vectorielle.

Description détaillée d'un mode de réalisation

[0017] Dans la description qui suit, on se réfère à un ensemble d'actionnement de volets mobiles tels que des volets de tuyère de turboréacteur à section d'éjection de gaz variable.

[0018] La figure 1 montre un ensemble d'actionnement conforme à l'invention comprenant un vérin pilote 10, deux vérins pilotés 20, un vérin suiveur 30, un dis-

positif 40 de transmission mécanique entre le vérin pilote et les vérins pilotés et un bloc hydraulique de commande de tuyère 50.

[0019] Dans l'exemple illustré, les vérins 10, 20 et 30 agissent sur un anneau de commande 60 sur lequel sont articulées des biellettes 62 reliant l'anneau de commande 60 à des volets de tuyère mobiles 64 (une seule biellette 62 et un seul volet 64 sont représentés sur la figure 1 qui est une vue développée à plat de l'ensemble d'actionnement et de l'anneau de commande).

[0020] Le nombre total de vérins est choisi de préférence au moins égal à trois pour constituer un ensemble statique. Lorsque trois vérins sont utilisés, l'un agit comme vérin pilote et deux autres comme vérins pilotés dont les déplacements sont asservis à celui du vérin pilote. Si plus de trois vérins sont prévus, afin de produire les efforts requis pour le déplacement de l'anneau sans requérir un surdimensionnement non souhaitable des vérins, le ou les vérins supplémentaires peuvent être des vérins suiveurs (un seul est prévu dans le mode de réalisation de la figure

1) qui sont alimentés par le circuit de commande hydraulique en parallèle avec le vérin pilote, dans la mesure où la synchronisation recherchée peut être assurée par le vérin pilote et les deux vérins pilotés.

[0021] On notera que l'ensemble d'actionnement selon l'invention peut être utilisé sans anneau de commande, les vérins étant reliés par des biellettes directement aux volets ou autres organes mobiles à mouvoir en synchronisme.

[0022] Dans le mode de réalisation illustré plus en détail par les figures 1 et 2, le vérin pilote 10 comporte un cylindre 100 avec un piston 102 mobile axialement dans le cylindre et solidaire d'une tige 104 reliée à une extrémité à l'anneau de commande 60 par une articulation 106. Cet ensemble tige 104 et piston 102 est guidé en translation par un palier étanche 101 obturant le cylindre 100. Un capteur de position linéaire ayant un corps 105 lié au cylindre 100 et une tige 107 fixée dans un alésage 104a de la tige 104 permet de mesurer la position de la tige 104 sur toute la course du vérin. Le signal fourni par ce capteur de position représente la position réelle des volets mobiles et est transmis à une unité de commande de la configuration de la tuyère. A son extrémité arrière opposée à celle d'où fait saillie la tige 104, le cylindre 100 est monté sur une paroi 70 par l'intermédiaire d'une articulation 110.

[0023] Le piston 102 partage le volume intérieur du cylindre 100 en deux chambres 112, 114. La chambre arrière 112 est reliée au bloc hydraulique de commande de tuyère 50 par une conduite 120 tandis que la chambre avant 114 est reliée au bloc 50 par une conduite 122.

[0024] Un système vis-écrou 130 transforme le mouvement de translation linéaire du piston 102 en mouvement de rotation. Dans ce système, l'écrou 132 se pré-

sente sous forme d'une tige cylindrique qui, à une extrémité est fixée à une patte 134 solidaire de la tige de piston 104. A l'autre extrémité de la tige 132 s'ouvre un perçage axial borgne 136 qui présente un filetage 138 sur au moins une partie de sa longueur. La tige 132 peut coulisser dans un logement 140 formé dans un corps 142 solidaire du corps du cylindre 100, par exemple moulé en une seule pièce avec celui-ci.

[0025] La vis 144 du système vis-écrou 130 a une partie d'extrémité filetée 144a engagée dans le perçage 136 de l'écrou 132. A son autre extrémité, non filetée 144b, la vis 144 est portée par un palier 146 fixé dans le corps 142.

[0026] La vis 144 entraîne en rotation un pignon pilote 150, à l'extérieur du corps 142. Le pignon 150 peut être monté directement à l'extrémité de la vis 144 ou, comme illustré par la figure 2, être monté à l'extrémité d'une tige 152 solidaire en rotation de la vis 144 mais libre en translation axiale par rapport à celle-ci. La liaison en rotation entre la vis 144 et la tige 152 est réalisée par exemple par carré ou méplats formés dans des parties de la vis 144 et de la tige 152 de formes complémentaires mutuellement engagées. Tout autre moyen mécanique permettant de transmettre un mouvement de rotation sans coincement entre deux pièces non nécessairement exactement alignées pourra être utilisé. La tige 152 est supportée par un palier 154 logé dans un capot fixé sur le corps 142. Cette disposition facilite le montage du pignon pilote 150.

[0027] Le pignon pilote 150 engrène avec un segment de crémaillère 402 du dispositif 40 de transmission mécanique (figures 3 et 4).

[0028] Dans le mode de réalisation de la figure 2, le système 130 de copie du mouvement du piston 102 vers le pignon 150 est disposé latéralement par rapport au cylindre 100.

[0029] En variante, lorsqu'un vérin suiveur au moins est utilisé, le capteur de position 105, 106 pourra être monté axialement dans le vérin suiveur, laissant l'espace disponible pour loger le système 130 axialement par rapport au cylindre 100, comme montré schématiquement sur la figure 1, de sorte que le vérin pilote 10 peut être plus compact.

[0030] Le dispositif de transmission 40 est avantageusement formé par un roulement linéaire souple 400, par exemple du type de celui commercialisé par la société française Interteknik sous la dénomination "Teleflex Syneravia". Il comporte une âme métallique souple 404 qui coulisse entre deux bandes 406, 408 avec interposition de billes ou rouleaux 410, 412, l'ensemble étant logé dans une gaine fixe 414.

[0031] Au niveau du raccordement avec le pignon pilote 150, la gaine 414 et l'une 406 des bandes sont découpées, les extrémités découpées de la bande 406 étant repliées pour fermer le logement des billes 410. Le segment de crémaillère 402 est fixé, par exemple soudé, sur la partie ainsi dégagée de l'âme 404 de manière à coulisser solidairement avec celle-ci. Un boîtier

de protection 416 enferme la crémaillère 402, les zones de raccordement avec le reste du roulement linéaire 400 et le pignon pilote 150. Le boîtier 416 est fixé au vérin 10 et à la gaine 414. La tige 152 portant le pignon 150 traverse un palier 418 porté par le boîtier 416. Sur la figure 4, comme sur la figure 1, le dispositif de transmission 40 est représenté sous une forme développée à plat.

[0032] Chaque vérin piloté 20 (figures 1, 5 et 6) comporte un cylindre 200 avec un piston 202 mobile axialement dans le cylindre et solidaire d'une tige 204 reliée à l'anneau de commande 60 par une articulation 206. A son extrémité avant, le cylindre 200 est fermé par un palier de tige 201 traversé de façon étanche par la tige 204. A son extrémité arrière opposée à celle d'où fait saillie la tige 204, le cylindre 200 est monté sur la paroi 70 par l'intermédiaire d'une articulation 210.

[0033] Le piston 202 partage le volume intérieur du cylindre 200 en deux chambres 212, 214. La chambre arrière 212 est reliée au bloc 50 par une conduite 220 tandis que la chambre avant 214 est alimentée par un distributeur 260 dont la sortie est reliée à la chambre 214 par une conduite 216.

[0034] Le distributeur 260 comprend un cylindre 262 à l'intérieur duquel une tige de commande 264 portant des épaulements 266, 268 peut coulisser et délimite trois chambres 270, 272, 274. A ses extrémités, le distributeur est relié par une conduite 276 à une sortie basse pression hydraulique BP du bloc 50, tandis que dans sa chambre intermédiaire, il est relié par une conduite 278 à une sortie haute pression hydraulique HP du bloc 50 afin de recueillir une pression image de celle régnant dans la chambre 114 du vérin pilote, servant de pression de référence. Selon la position axiale de la tige de commande 264, le distributeur 260 met la chambre 214 du vérin en communication avec la conduite 276 ou avec la conduite 278.

[0035] La chambre 214 du vérin 20 est en outre reliée, via deux clapets de surpression 280, 282 montés tête-bêche, à une conduite 222, elle-même reliée au bloc 50. De la sorte, la pression dans la chambre 214 du vérin piloté ne peut pas trop s'écarter de la pression de la chambre 114 servant de référence, faute de quoi une "torsion" de la tuyère pourrait être engendrée.

[0036] Un système vis-écrou 230 transforme le mouvement de translation linéaire du piston 202 en mouvement de rotation. Dans ce système, l'écrou 232 est solidaire de la tige de piston 204 et est engagé dans un perçage longitudinal borgne 234 formé dans la tige 204 et s'ouvrant à l'extrémité arrière de celle-ci. L'écrou 232 s'étend sur une partie seulement de la longueur du perçage 234, au voisinage de son ouverture.

[0037] La vis 236 du système vis-écrou 230 a une partie filetée 236a qui est vissée dans l'écrou 232 et peut s'étendre dans le perçage 234. A son extrémité arrière non filetée 236b, la vis 236 est portée par un palier 238 monté dans un support de palier 240 solidaire du corps 242 du cylindre 200.

[0038] Le pas de vis 232-236 du système vis-écrou 230 est identique au pas de vis 132-144 du système vis-écrou 130, et a même sens, de sorte qu'un même déplacement en translation des pistons des vérins pilote et piloté se traduit par un même déplacement en rotation des vis 144 et 236.

[0039] Dans sa partie d'extrémité 236b, la vis 236 présente un perçage axial borgne fileté 244 dans lequel est vissée une extrémité filetée de la tige de commande 264 du distributeur 260, de sorte que la tige 264 et la vis 236 constituent un autre système vis-écrou dans lequel l'écrou est formé par la vis 236 du système vis-écrou 230. Dans cet autre système vis-écrou 264-236, le pas de vis est dans le même sens que dans le système 230.

[0040] A son autre extrémité, la tige de commande 264 est solidaire en rotation d'une tige 246 mais libre en translation par rapport à celle-ci. La liaison entre la tige de commande 264 et une extrémité de la tige 246 peut être réalisée par carré ou méplats formés dans des parties des tiges 264, 246 mutuellement engagées de formes complémentaires. Tout autre moyen mécanique permettant de transmettre un mouvement de rotation sans coincement entre deux pièces non nécessairement exactement alignées pourra être utilisé. A son autre extrémité, la tige 246 porte un pignon piloté 250. La tige 246 est supportée par un palier 248 logé dans un capot 254 fixé sur le corps 252.

[0041] Le pignon piloté 250 engrène avec un segment de crémaillère 420 du dispositif de transmission mécanique. L'aménagement du segment de crémaillère 420 et sa liaison avec le pignon piloté 250 sont réalisés de la même façon que décrit plus haut en référence au segment de crémaillère 404 et pignon pilote 50.

[0042] Le vérin suiveur 30 (figure 1) comporte un cylindre 300 avec un piston 302 mobile axialement dans le cylindre et solidaire d'une tige 304 reliée à l'anneau de commande 60 par une articulation 306. A son extrémité arrière opposée à celle d'où fait saillie la tige 304, le cylindre 300 est monté sur la paroi 70 par l'intermédiaire d'une articulation (non représentée).

[0043] Le piston 302 partage le volume intérieur du cylindre 300 en deux chambres 312, 314. La chambre arrière 312 est reliée au bloc 50 par une conduite 320 tandis que la chambre avant 114 est reliée au bloc 50 par une conduite 322.

[0044] Les conduites 120, 220, 320 sont reliées en commun à une sortie S0 du bloc 50, tandis que les conduites 122, 222 et 322 sont reliées en commun à une autre sortie S1 du bloc 50.

[0045] Ainsi, le vérin pilote 10 et le vérin suiveur 30 sont alimentés en fluide hydraulique en parallèle. Quant aux vérins pilotés 20, ils ont leurs chambres 212 alimentées en parallèle avec les chambres 112 et 312 des vérins 10 et 30 mais leur chambres 214 sont alimentées par les distributeurs 260.

[0046] Le fonctionnement de l'ensemble d'actionnement sera maintenant décrit en référence à la figure 7 qui montre un schéma de principe de cet ensemble (à

l'exception du vérin suiveur 30) et quelques éléments du bloc 50.

[0047] Une pompe 502, dite pompe de tuyère, produit la haute pression HP destinée à actionner les vérins pour agir sur les volets mobiles afin d'agrandir (ouverture) ou de réduire (fermeture) la section d'éjection de gaz à travers la tuyère. L'utilisation d'une pompe particulière 502 est ici prévue pour fournir le niveau de haute pression nécessaire qui est sensiblement supérieur à celui hp fourni par une pompe haute pression 504 du circuit hydraulique général du turboréacteur.

[0048] La pression HP est appliquée sur la sortie S0 ou sur la sortie S1 au moyen d'une servo-valve 510 qui reçoit la pression HP sur une entrée 512. Les sorties 514, 516 de la servo-valve 510 sont reliées aux sorties S0, S1. On pourra utiliser une servo-valve à deux étages 510a, 510b. La pression HP est commutée par le deuxième étage 510b sous la commande du premier étage 510a. Ce dernier reçoit sur des entrées 518, 520 la pression hp du circuit 504 ainsi qu'une basse pression BP fournie par une pompe basse pression 522 du circuit hydraulique général. Le premier étage est commandé par un signal S, par exemple un signal électrique commandant un distributeur hydraulique.

[0049] Les pressions HP et BP sortent du bloc 50 et sont envoyées sur les distributeurs des vérins pilotés par les conduites 276 et 278.

[0050] Le transfert de la pression HP sur la sortie S0, sous la commande du signal S1 provoque par exemple l'ouverture de la tuyère, la sortie S1 étant alors à la pression BP. La haute pression HP est appliquée en parallèle dans les chambres 112, 212 et 312 des vérins 10, 20, 30, tandis que les chambres 114, 214 et 314 sont à la pression BP. Les pressions HP et BP sont alors modulées en fonction des efforts transmis par la tuyère, par la servo-valve 510 (vers les chambres 112 et 114, 212, 312 et 314) et les distributeurs 260 (vers les chambres 214). L'application de la pression HP ou BP aux chambres 114, 214 est gouvernée par l'écart de position entre vérins pilote et piloté, c'est-à-dire par l'erreur de régulation.

[0051] Le déplacement de la tige 104 du vérin pilote est recopié via le système vis-écrou 130, le pignon pilote 150, le roulement linéaire 400 et le pignon piloté 250 au niveau de chaque vérin piloté 20.

[0052] La rotation du pignon piloté 250 est transmise à la tige de commande 264 du distributeur 260 via la tige 246. La tige 264 forme, avec le filetage du perçage axial 244 de la vis 236 un système vis-écrou transformant la rotation de la tige 264 en déplacement linéaire en translation de celle-ci, de manière que la pression BP soit transmise à la chambre 214 du vérin.

[0053] Le piston 202 du vérin 200 étant déplacé, son mouvement de translation est converti en un mouvement de rotation de la vis 236.

[0054] Toute désynchronisation d'avance des pistons 102, 202 se traduit par un déplacement axial de la tige de commande 264 qui module alors la pression appli-

quée dans la chambre 214 pour compenser immédiatement cette désynchronisation.

[0055] Le sens d'action de l'épaule 268 du distributeur 260 sur la pression délivrée par la conduite 216 est choisi en conformité avec le sens des pas de vis 244 et 236 pour que la rétroaction de l'asservissement agisse dans le bon sens compte tenu des niveaux de pression dans les conduites 276 et 278.

[0056] Le pas de vissage entre la tige 264 et le filetage du perçage 244 est choisi en regard de celui existant entre la vis 236 et le filetage de l'écrou 232, de telle sorte que, lorsque les déplacements des pistons 102 et 202 sont synchronisés, la rotation de la vis 236, formant vis de rétroaction, compense celle de la tige 264 et celle-ci reste immobile en translation, en état d'équilibre.

[0057] Ce pas du filetage 244 peut être déterminé de la façon suivante.

[0058] Le gain hydraulique maximum du distributeur 260 doit être obtenu lorsque l'écart de position entre vérin piloté et vérin pilote atteint une valeur maximale déterminée fonction notamment de la capacité mécanique de la tuyère à supporter une "distorsion" sans coincement et sans engendrer de déformation permanente de pièces et de la capacité de l'avion à supporter une poussée désalignée.

[0059] A partir des valeurs de gain maximum du distributeur 260, qui peut être traduit en course maximale de la tige 264, par exemple environ 1 mm, et du défaut de synchronisation admissible entre les vérins, qui peut être traduit par un pourcentage de la course des pistons, par exemple environ 2 %, le pas du filetage 244 peut être établi, sachant que les pas des systèmes vis-écrou 130 et 230 sont imposés par la nécessité de la réversibilité entre les mouvements de translation et rotation qu'ils convertissent.

[0060] En outre, on choisira pour la crémaillère 402 une course relativement longue, par exemple plusieurs cm, afin de réduire l'influence des jeux ou flexions au niveau de la transmission mécanique 40. Cette course permet de déterminer le diamètre des pignons 150 et 250.

[0061] Le transfert de la pression HP sur la sortie S1, sous la commande du signal S, provoque la fermeture de la tuyère, la sortie S0 étant alors à la pression BP.

[0062] La synchronisation des déplacements des pistons des vérins 10 et 20 est alors réalisée de façon analogue à celle décrite ci-avant.

[0063] Sur la figure 7, les flèches indiquent les déplacements des pièces et du fluide consécutifs à une rétraction du piston 104 du vérin pilote, les pas de vis étant tous "à droite".

[0064] Ainsi, l'ensemble d'actionnement conforme à l'invention est remarquable en ce que le dispositif de transmission mécanique qui recopie le déplacement du vérin pilote, n'est pas exposé à des efforts importants. Ce dispositif de transmission recopie le déplacement du vérin pilote vers un organe de commande d'un distributeur qui agit comme amplificateur hydraulique. En effet,

le pignon piloté est couplé en rotation à la tige de commande du distributeur qui n'est pas en prise directe avec un écrou solidaire du piston du vérin piloté.

[0065] Le dispositif de transmission mécanique peut donc être considérablement allégé par rapport à des dispositifs utilisant des anneaux dentés en prise mécanique avec les pistons des vérins.

[0066] En outre, il suffit de commander la pression de seulement l'une des chambres des vérins pilotés par un distributeur. La commande de la pression des deux chambres des vérins pilotés par des distributeurs pilotés à partir du vérin pilote, bien qu'envisageable, n'est pas nécessaire.

[0067] L'utilisation d'un roulement linéaire souple est avantageuse du fait de son faible poids, de sa capacité à assurer une synchronisation mécanique efficace sans effet de tolérance et de dilatation thermique et de sa durée de vie. Toutefois, d'autres dispositifs de transmission mécanique engrenant avec des pignons pourraient être utilisés, tels qu'anneau crémaillère ou arbres flexibles avec vis sans fin, mais avec un dimensionnement réduit en raison du faible effort de synchronisation requis.

[0068] Dans la description qui précède, on a envisagé une application d'un ensemble d'actionnement conforme à l'invention à des volets mobiles de tuyères à section variable.

[0069] Comme déjà indiqué, l'invention n'est pas limitée à cette application et peut être utilisée pour la commande par vérins hydrauliques d'organes mobiles autres que des volets devant être mus en synchronisme, ou pour la commande de volets de tuyères orientables (ou "vectorielles").

[0070] Dans ce dernier cas, les volets de la tuyère orientables sont commandés par trois vérins au moins synchronisés mécaniquement complétés par deux dispositifs de décalage qui sont asservis électriquement et agissent sur la position de consigne de deux vérins correspondants pour la décaler par rapport à celle du troisième vérin, afin d'orienter la tuyère.

[0071] Un mode de réalisation est illustré schématiquement par la figure 8. Les éléments communs entre la figure 8 et les autres figures 1 à 7 portent les mêmes références numériques.

[0072] L'ensemble d'actionnement de la figure 8 comprend un vérin pilote 10 et deux vérins pilotés 20 avec un dispositif 40 de transmission mécanique entre vérin pilote et vérins pilotés. Les vérins 10, 20 et le dispositif de transmission 40 sont tels que décrits plus haut.

[0073] Un dispositif de décalage 70 est interposé entre le dispositif de transmission 40 et chaque vérin piloté 20. Un seul de ces dispositifs de décalage 70 est montré en détail sur la figure 8.

[0074] Le dispositif de décalage 70 comprend une couronne dentée 702 ayant même axe que la tige 264 du distributeur 260 du vérin piloté correspondant. Sur sa circonférence extérieure, la couronne 702 est en prise avec la crémaillère 420 du dispositif de transmission

40.

[0075] Sur sa circonférence intérieure, la couronne 702 engrène avec un pignon satellite 704 interposé entre la couronne 702 et un moyeu denté 706 d'une roue 708 de même axe que la tige 264 du distributeur 260.

[0076] Le pignon 704 est monté rotatif sur une tige 710 qui est reliée par un bras 712 à la tige 246 et forme avec celle-ci une manivelle, l'axe de la tige 710 étant parallèle à celui de la tige 246, mais décalé radialement. Ainsi, contrairement au mode de réalisation des figures 6 et 7, la tige 246, solidaire en rotation de la tige 264 du distributeur, est en prise avec la crémaillère 420 non pas par le seul intermédiaire d'un pignon piloté 250, mais par l'intermédiaire du pignon 704 et de la couronne 702.

[0077] La roue 708 est couplée à l'arbre de sortie 714 d'un moteur pas à pas 716. Un calculateur 80 de contrôle vectoriel fournit au moteur 716 un signal de commande pour introduire un décalage angulaire entre la tige 246 et la crémaillère 420 par rotation de la roue 708 et du pignon 704. Ce décalage angulaire est déterminé en fonction d'une consigne d'orientation de tuyère donnée par les commandes de vol. On notera que le très fort rapport de réduction à partir de l'entrée du moteur 716, dans l'exemple illustré, permet d'utiliser un simple moteur pas à pas, sans réducteur.

[0078] Le contrôleur vectoriel se superpose au contrôle de section d'éjection réalisé par un calculateur 90 qui reçoit du vérin pilote 10 une information de position de volet et fournit au bloc hydraulique 50 les signaux de commande nécessaires pour obtenir une section d'éjection voulue par action simultanée sur les volets par les vérins pilote et pilotés.

[0079] Une liaison de dialogue 82 est prévue entre les calculateurs 70 et 80 afin de réaliser une optimisation des performances du moteur selon les consignes d'orientation et de puissance.

[0080] L'utilisation d'un dispositif de synchronisation conforme à l'invention apporte alors deux avantages significatifs :

- du fait de l'existence d'une amplification hydraulique au niveau des vérins pilotés, les asservissements électriques de décalage de position sont associés aux vérins pilotés et peuvent alors être à bas niveau d'effort en puissance, et
- en cas de panne électrique dans la chaîne de commande de la tuyère, l'ensemble revient à la configuration de vérins synchronisés mécaniquement, ce qui constitue une position de repli de sécurité (tuyère non bloquée en biais).

Revendications

1. Ensemble d'actionnement à vérins hydrauliques synchronisés, **caractérisé en ce qu'il** comporte

- un circuit hydraulique de commande (50),

- un vérin pilote (10) ayant un cylindre (100) et un piston (102) définissant, dans le cylindre, deux chambres reliées au circuit hydraulique,
- au moins un vérin piloté (20) ayant un cylindre (200) et un piston (202) définissant dans le cylindre deux chambres dont au moins une première chambre est reliée à une sortie d'un distributeur (260), lequel distributeur est relié au circuit hydraulique (50) et a un organe de commande (264) dont la position détermine la pression dans la première chambre du vérin piloté, et
- une transmission mécanique (40) pour transmettre un déplacement du piston (102) du vérin pilote (10) à l'organe de commande (264) du distributeur (260) associé au vérin piloté (20), de sorte que le déplacement du piston (202) du vérin piloté (20) est asservi à celui du piston du vérin pilote par commande de la position de l'organe de commande du distributeur associé au vérin pilote.

2. Ensemble selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la transmission mécanique comprend un dispositif (130) de conversion du déplacement en translation du piston (102) du vérin pilote (10) en mouvement en rotation d'un pignon pilote (150), un dispositif (400) de transmission du mouvement de rotation du pignon pilote à un pignon piloté (250), et un dispositif de conversion du mouvement en rotation du pignon piloté en un déplacement en translation d'une tige de commande (264) du distributeur associé au ou à chaque vérin piloté.

3. Ensemble selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de conversion du mouvement de rotation du pignon piloté (250) en un déplacement en translation de la tige de commande (264) est formé par un premier système vis-écrou dans lequel la vis est portée par la tige de commande.

4. Ensemble selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend un deuxième système vis-écrou pour convertir un déplacement en translation du piston (202) du vérin piloté (20), agissant comme écrou en un mouvement de rotation de la vis (236) du deuxième système vis-écrou, la tige de commande (264) et la vis (236) du deuxième système vis-écrou étant vissées l'une sur l'autre de manière que les rotations de la tige de commande (264) et de la vis (236) se compensent et que la tige de commande reste immobile en translation lorsque le déplacement du piston du vérin pilote, transmis à la tige de commande, et celui du piston du vérin piloté, sont synchronisés.

5. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le ou chaque

vérin piloté (20) a une première chambre (214) reliée au distributeur (260) associé à ce vérin piloté et une deuxième chambre (212) reliée en commun avec une chambre (112) du vérin pilote (10).

5

6. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** le distributeur associé au ou à chaque vérin piloté est un distributeur double voie relié aux deux chambres du vérin piloté. 10
7. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce que** le dispositif de transmission du mouvement de rotation du pignon pilote (150) à un pignon piloté (250) est constitué par un roulement linéaire souple (400) portant des crémaillères sur lesquelles engrènent les pignons. 15
8. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les pistons des vérins sont reliés en commun à un anneau de commande (60), **caractérisé en ce que** ledit ensemble comprend un vérin pilote (10) et deux vérins pilotés (20). 20
9. Ensemble selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre au moins un vérin suiveur supplémentaire (30) alimenté par le circuit hydraulique (50) en parallèle avec le vérin pilote (10). 25
10. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte un dispositif de décalage variable (70) interposé entre la transmission mécanique et l'organe de commande (264) de chaque vérin piloté (20), afin de pouvoir introduire un décalage entre une position asservie du vérin piloté (20) et une position de consigne du vérin pilote (10). 30
35
11. Ensemble selon les revendications 2 et 10, **caractérisé en ce que** le dispositif de décalage (70) est un dispositif de décalage angulaire entre la tige de commande (264) du pignon piloté (20) et une couronne (702) en prise avec un dispositif (400) de transmission du mouvement de rotation du pignon pilote (150). 40
45
12. Tuyère de turboréacteur à section d'éjection variable définie par les positions de volets mobiles, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 pour l'actionnement simultané des volets mobiles. 50
13. Tuyère de turboréacteur à section d'éjection et orientation variables, définies par les positions de volets mobiles, **caractérisée en ce qu'elle** comprend un ensemble selon l'une quelconque des revendications 10 et 11 pour l'actionnement des volets mobiles. 55

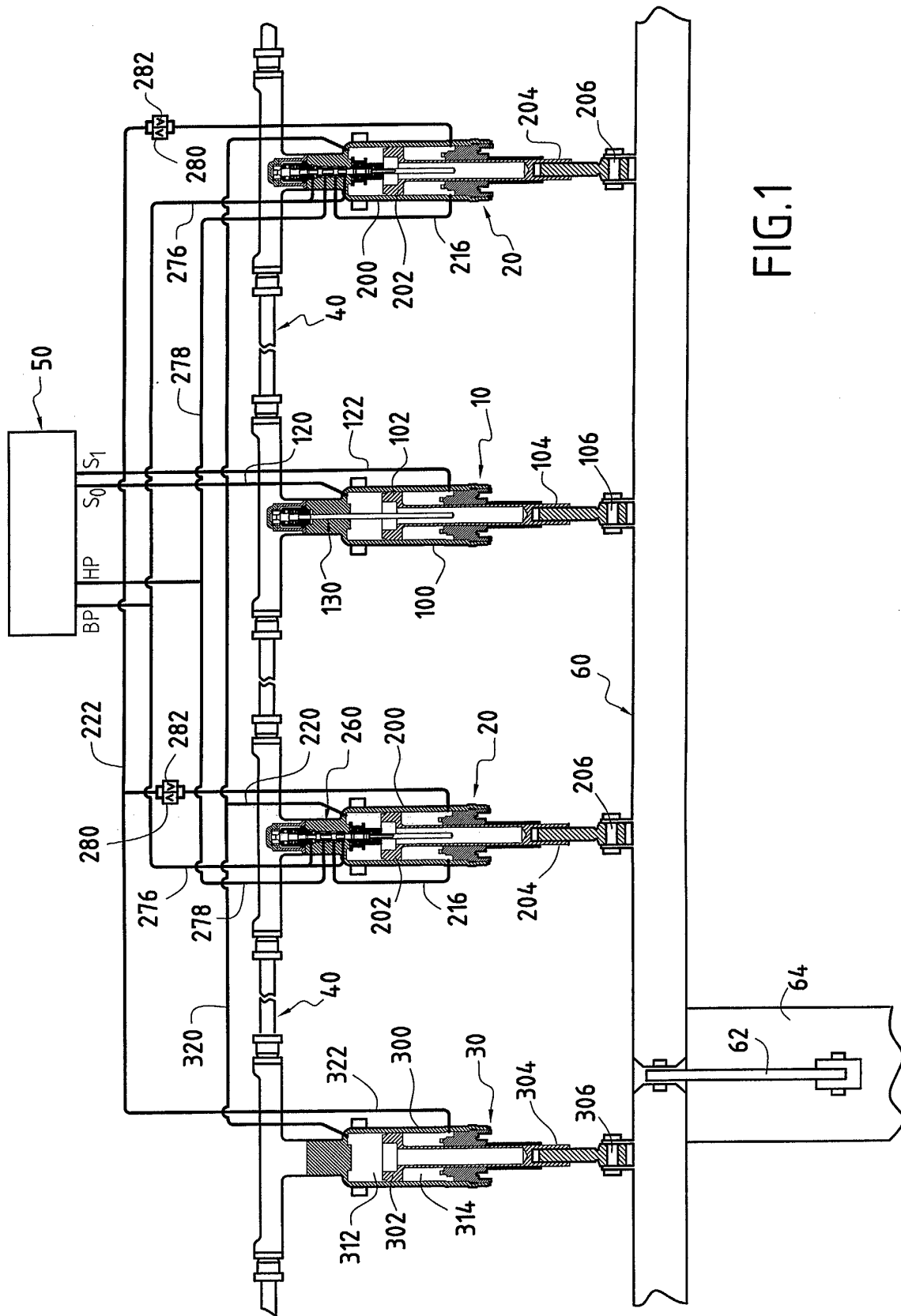
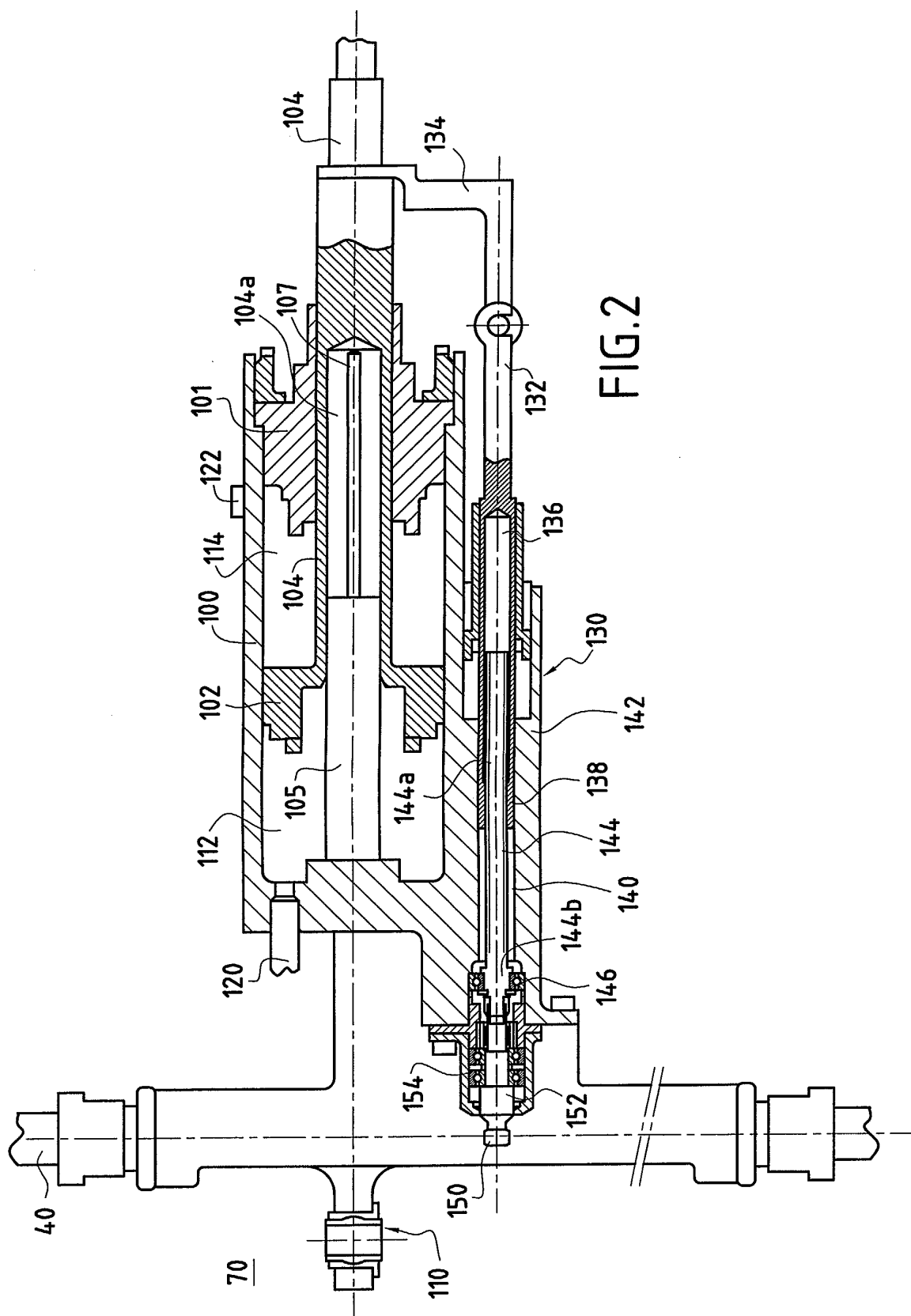
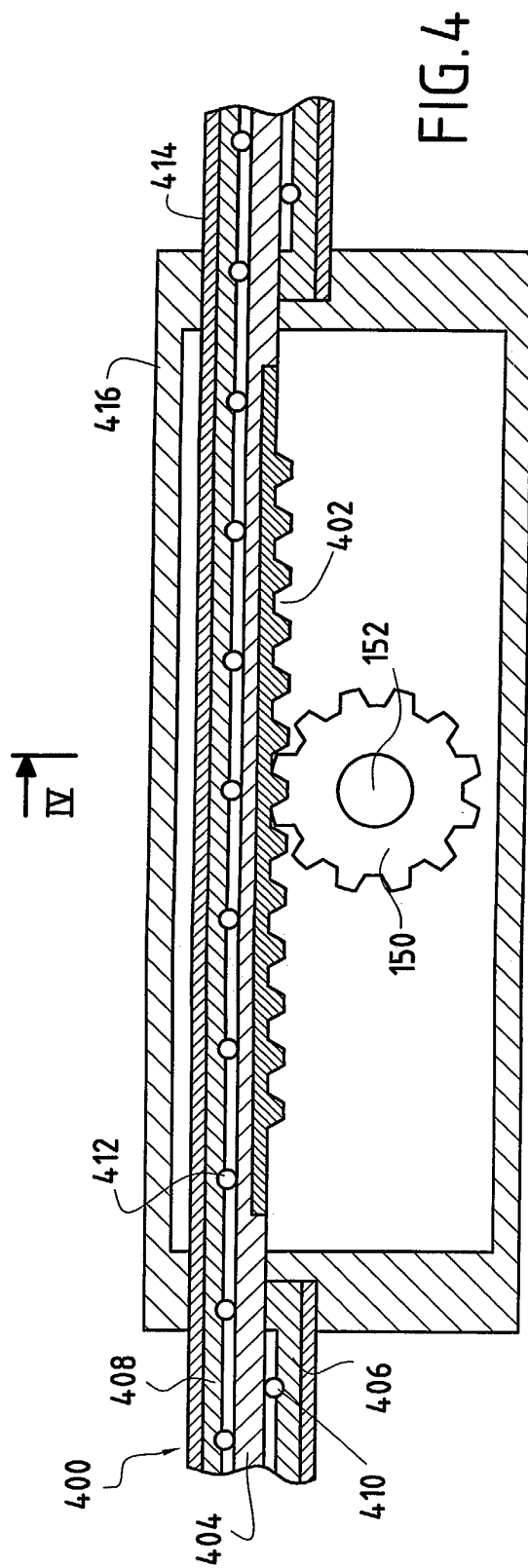
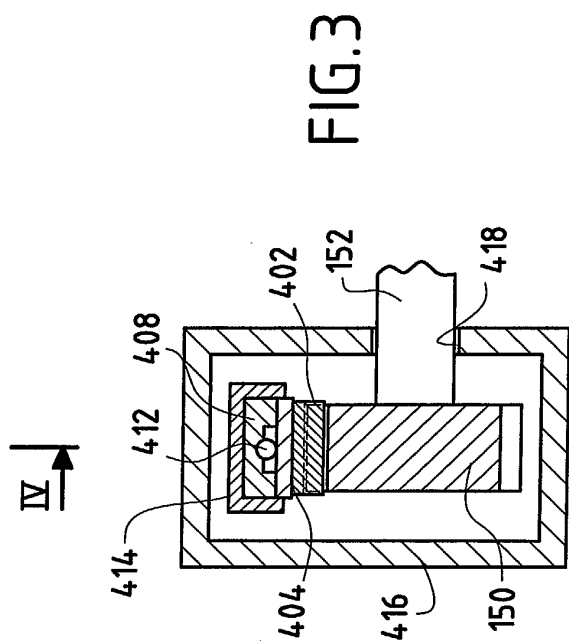


FIG.1





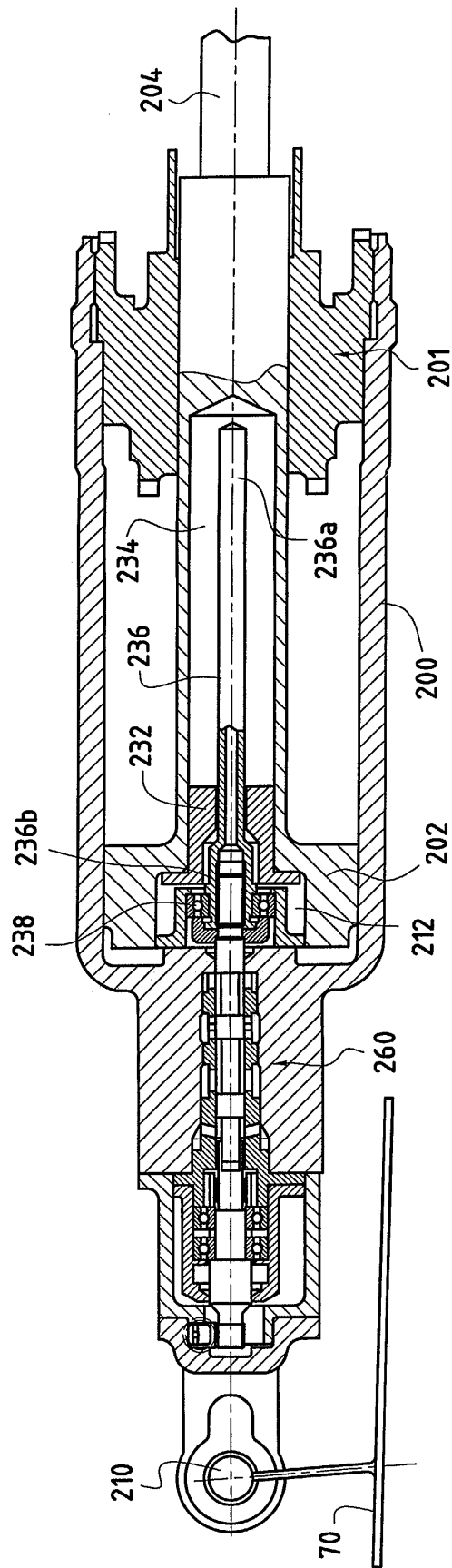
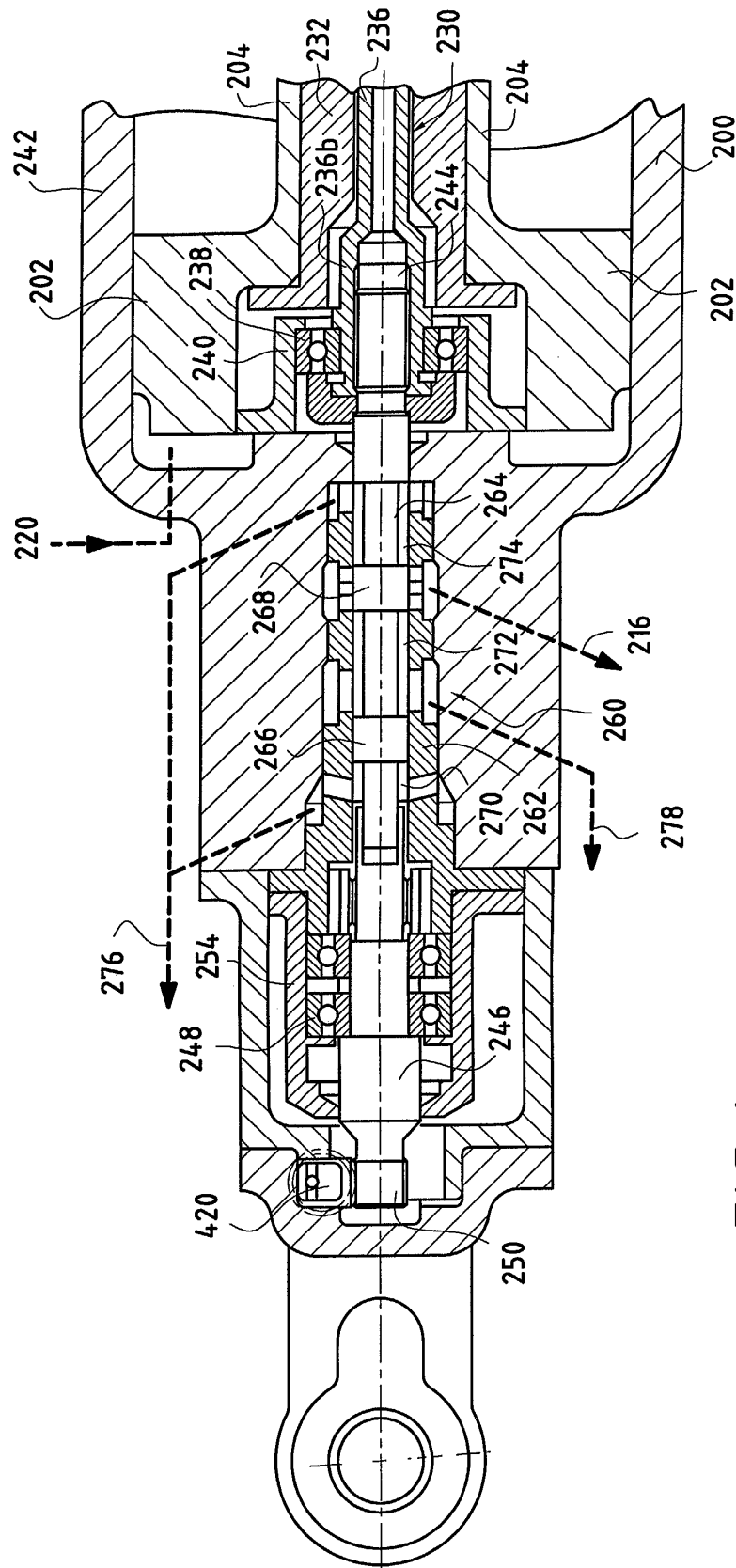


FIG. 5



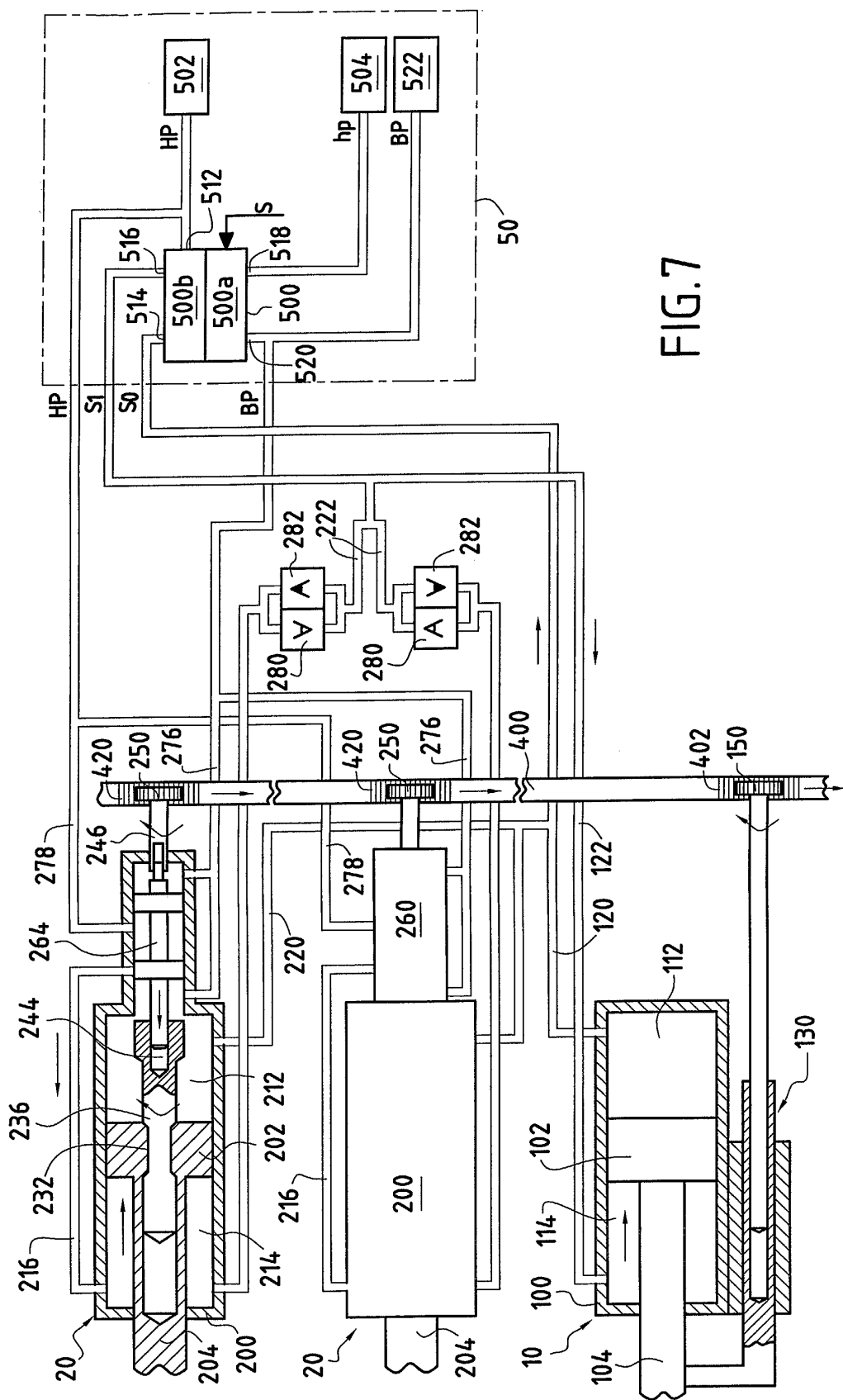
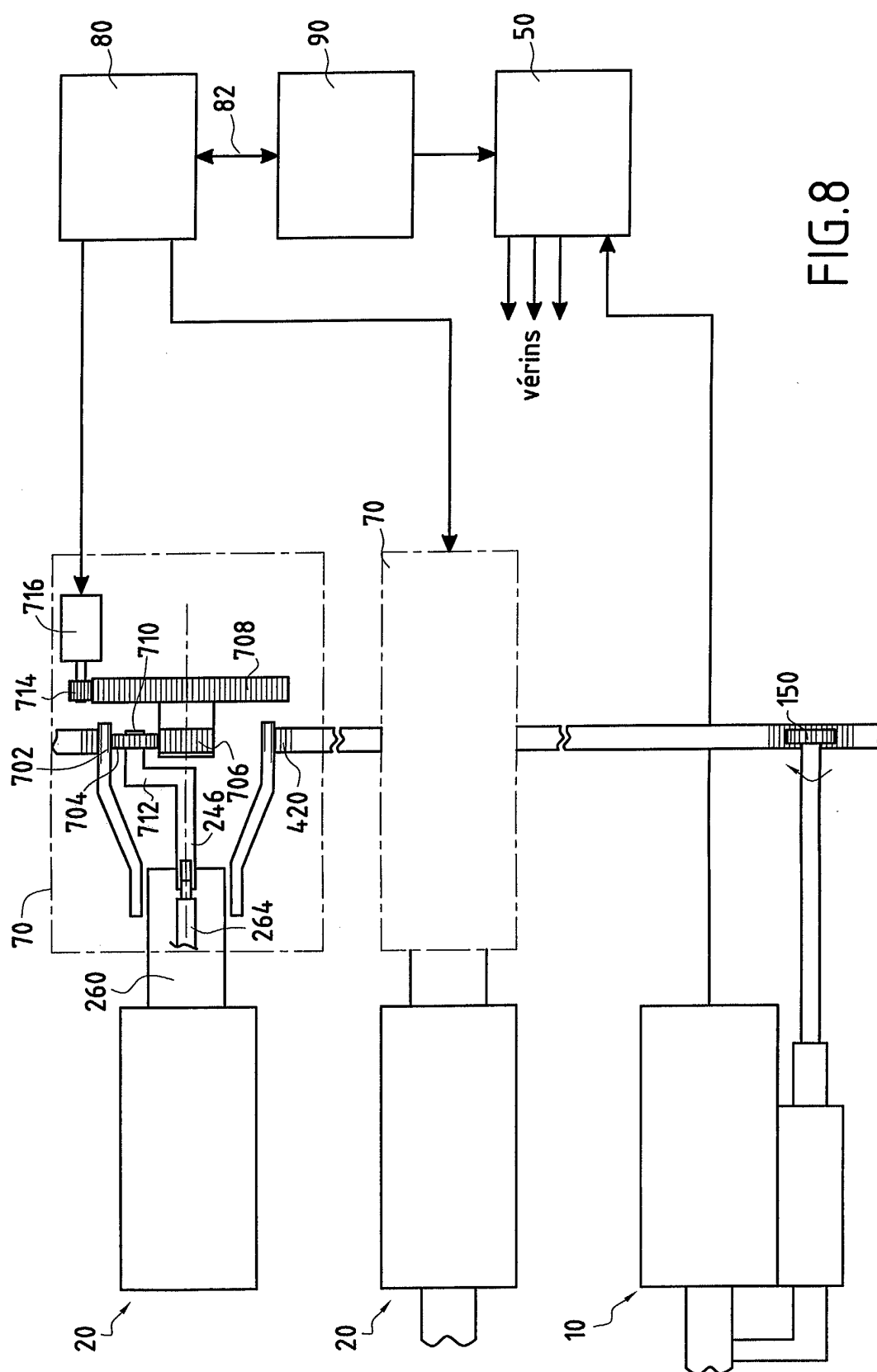


FIG. 7





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 29 0036

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	US 2 886 008 A (LIGHT JAMES W ET AL) 12 mai 1959 (1959-05-12) * colonne 2, ligne 10-70 * * colonne 6, ligne 35 - colonne 8, ligne 10; figures 1-3B *	1	F15B11/22
A	US 3 515 033 A (GEYER HOWARD M) 2 juin 1970 (1970-06-02) * colonne 1, ligne 67 - colonne 3, ligne 64; figures 1-3 *	1	
A,D	FR 2 756 329 A (SNECMA) 29 mai 1998 (1998-05-29) * abrégé * * page 2, ligne 12 - page 3, ligne 2; figure 1 *	1	
A	US 2 657 539 A (GEYER HOWARD M) 3 novembre 1953 (1953-11-03) * colonne 2, ligne 2 - colonne 5, ligne 45; figures 1,2 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			F15B F02K
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 février 2003	Examineur Busto, M
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03/02 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 03 29 0036

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

18-02-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2886008	A	12-05-1959	AUCUN	
US 3515033	A	02-06-1970	CH 518393 A	31-01-1972
			DE 1909580 A1	10-09-1970
			FR 2034289 A5	11-12-1970
			GB 1246908 A	22-09-1971
			US 3536515 A	27-10-1970
FR 2756329	A	29-05-1998	FR 2756329 A1	29-05-1998
US 2657539	A	03-11-1953	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82