



(11)

EP 4 148 227 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
15.03.2023 Bulletin 2023/11

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E06B 9/68 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22194914.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E06B 9/68; E06B 2009/405; E06B 2009/6818; E06B 2009/6854

(22) Date de dépôt: **09.09.2022**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **BHG**
68220 Attenschwiller (FR)

(72) Inventeur: **DELPY, Vincent**
68510 SIERENTZ (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Bleger-Rhein-Poupon**
4a rue de l'Industrie
67450 Mundolsheim (FR)

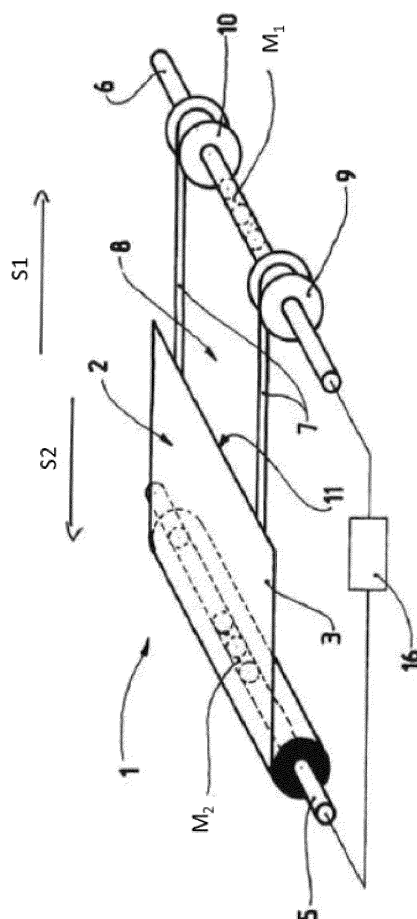
(30) Priorité: **10.09.2021 FR 2109541**
10.09.2021 FR 2109542

(54) **PROCÉDÉ DE PILOTAGE D'UN DISPOSITIF D'ENTRAÎNEMENT D'UN ÉLÉMENT SOUPLE DE PROTECTION ET DISPOSITIF D'ENTRAÎNEMENT D'UN TEL ÉLÉMENT SOUPLE DE PROTECTION**

(57) Procédé de pilotage d'un dispositif d'entraînement.

[Fig. 1]

L'invention concerne un procédé de pilotage d'un dispositif d'entraînement (1) d'un élément souple de protection (2), tel qu'un volet roulant, une toile, une bande, un rideau ou un tablier. Le dispositif d'entraînement (1) comprend un arbre de commande d'enroulement (5) depuis lequel se déroule ledit élément souple de protection (2) dans un sens de déploiement (S1) et sur lequel s'enroule ledit élément souple de protection (2) dans un sens de repliement (S2), un arbre de commande de déroulement (6) apte à agir sur l'élément souple de protection (2) en vue de son déroulement de l'arbre de commande d'enroulement (5), un premier moteur électrique (M₁), un deuxième moteur électrique (M₂) un dispositif de pilotage (16) apte à piloter une alimentation du premier moteur électrique (M₁) et à piloter une alimentation du deuxième moteur électrique (M₂).



Description

[0001] L'invention concerne un procédé de pilotage d'un dispositif d'entraînement d'un élément souple de protection tel qu'une toile, une bande, un rideau ou un tablier de volet roulant et un tel dispositif d'entraînement.

[0002] L'invention concerne le domaine des dispositifs d'entraînement d'un élément souple de protection prévu pour être déployé de manière plane ou à faible pente au-dessus d'une surface à protéger des rayonnements solaires et/ou des intempéries et/ou du froid et/ou de risque d'intrusion.

[0003] De tels dispositifs d'entraînement comprennent en général un élément souple de protection prévu pour s'étendre verticalement et un mécanisme manuel ou à moteur d'entraînement en rotation d'un tube d'enroulement, également appelé arbre de commande d'enroulement, sur lequel est enroulé cet élément souple de protection. Selon le sens de rotation communiqué à ce tube, l'élément souple de protection se déploie verticalement au travers de son poids ou se replie en s'enroulant autour du tube.

[0004] Cependant, lorsque cet élément souple de protection est prévu pour s'étendre horizontalement ou avec une faible pente au-dessus d'une surface à protéger, le déploiement ne peut plus intervenir sous l'influence du seul poids de l'élément souple de protection. Selon qu'il est défini par une bande de toile ou d'un tablier, ce déploiement est obtenu au moyen d'un arbre à commande de déroulement agissant par traction ou poussée sur cet élément souple de protection.

[0005] En l'occurrence, dans le cas d'une bande de toile cet arbre à commande de déroulement agit de manière analogue au tube d'enroulement en étant placé, par rapport à ce dernier, du côté opposé de la surface au-dessus de laquelle est prévue de s'étendre cette bande de toile. En somme, en phase de déploiement cet arbre à commande de déroulement est commandé en rotation pour assurer l'enroulement de sangles agissant par traction sur la bande de toile pour qu'il en découle le déroulement depuis le tube d'enroulement. À l'inverse, c'est ce dernier qui est commandé en rotation pour assurer le repliement de la bande de toile.

[0006] Dans le cas d'un tablier du type équipant un volet roulant, son déploiement dans une position horizontale ou à faible pente peut s'obtenir en exerçant sur ce tablier une poussée au moyen d'un tel arbre à commande de déroulement. Celui-ci est placé immédiatement en aval du tube d'enroulement et agit, par exemple par l'intermédiaire de roues dentées, sur les extrémités des lames du tablier équipées, selon le cas, d'ergots ou d'ouvertures d'entraînement avec lesquels coopèrent ces roues dentées pour repousser successivement ces lames de tablier en direction du déploiement. Bien évidemment, selon que l'on est en phase de déploiement ou de repliement de l'élément souple de protection résultant de l'entraînement, respectivement, de l'arbre de commande de déroulement ou du tube d'enroulement, le mécanisme d'entraînement, selon le cas, de ce dernier ou de l'arbre de commande de déroulement doit être débrayé ou tout du moins entraîné dans des conditions autorisant la manœuvre en cours.

[0007] Différentes solutions, mécaniques ou à moteur ont d'ores et déjà été développées pour répondre à ce problème de déploiement d'un élément souple de protection horizontalement ou à faible pente au-dessus d'une surface à protéger.

[0008] En particulier, il est connu par le document FR 0.452.120 des moyens d'entraînement en rotation de l'arbre de commande de déroulement, ainsi que des moyens de transmission reliant celui-ci au tube d'enroulement et conçus de manière apte à entraîner ce dernier selon un rapport de transmission variable. Ces moyens de transmission comportent un réducteur conçu apte à retransmettre au tube d'enroulement une vitesse variable au travers des moyens d'entraînement en rotation agissant sur l'arbre de commande de déroulement.

[0009] Le mécanisme d'entraînement d'une certaine complexité décrit dans ce document FR 0.452.120 permet de répondre à la problématique de l'entraînement, à la fois, du tube d'enroulement et de l'arbre de commande de déroulement tenant compte du différentiel de vitesse de l'un par rapport à l'autre, que ce soit en phase de déploiement ou de repliement de l'élément souple de protection.

[0010] En effet, pour une vitesse donnée de l'arbre de commande de déroulement, celle du tube d'enroulement tend progressivement à s'accélérer en phase de déploiement ou, au contraire, à ralentir en phase de repliement en raison de la variation de sa section intervenant lors de chacune de ces phases et liée au nombre de spires décrites par l'élément souple protection autour de ce tube d'enroulement.

[0011] Dans le cas d'un tube d'enroulement et d'un arbre de commande de déroulement placés, respectivement, de part et d'autre de la surface au-dessus de laquelle doit s'étendre l'élément souple de protection, il est nécessaire de maintenir celui-ci en tension pendant les phases de déploiement et de repliement pour éviter que cet élément souple de protection ne se déroule de manière incontrôlée d'un côté ou de l'autre, au travers de son propre poids, en retombant progressivement dans sa partie centrale.

[0012] Une solution a été apportée à ce problème au travers du dispositif d'entraînement et de mise sous tension décrit dans le document EP 0.645.518. Ce dispositif comporte des moyens de gestion de l'alimentation des moteurs d'entraînement du tube d'enroulement et de l'arbre de commande de déroulement. En particulier, dans un premier mode de réalisation, ces moyens de gestion sont définis pour assurer le fonctionnement, à puissance réduite et en sens inverse de la manœuvre, du moteur de l'arbre de commande d'enroulement ou de l'arbre de commande de déroulement, selon que l'on est en phase, respectivement, de déroulement ou d'enroulement. Cette solution a pour conséquence de créer un couple résistant à l'égard de la manœuvre commandée.

[0013] Dans un second mode de réalisation, ces moyens de gestion de l'alimentation des moteurs peuvent encore être définis pour assurer le fonctionnement, à vitesse ou puissance réduite et dans le même sens que la manœuvre, du moteur de l'arbre de commande d'enroulement ou de l'arbre de commande de déroulement, selon que l'on est en phase, respectivement, de déroulement ou d'enroulement, là encore en vue de créer un couple résistant à l'égard de la manœuvre commandée.

[0014] S'il est pris l'exemple de la phase d'enroulement d'un élément souple de protection tel qu'un tablier de volet roulant, pour une vitesse de rotation donnée de l'arbre de commande d'enroulement s'en suit une vitesse de déplacement du tablier progressivement croissante au fur et à mesure de la formation des spires autour de cet arbre de commande d'enroulement.

[0015] En choisissant en phase initiale d'enroulement une vitesse de rotation de l'arbre de commande de déroulement pour l'entraînement du tablier à une vitesse inférieure à celle qui lui est communiquée par l'arbre de commande d'enroulement, le différentiel de vitesse tend progressivement à croître, tout comme l'action de freinage procurée par l'arbre de commande de déroulement.

[0016] Ce fonctionnement n'est pas optimal et conduit systématiquement à des moteurs de puissance surdimensionnée.

[0017] Lorsque le moteur auxiliaire subit une variation rapide de sa charge ou que la caractéristique de transfert de l'élément souple de protection est modifiée de manière cyclique, le moteur agissant comme moteur d'entraînement peut provoquer un effet d'accordéon qui peut être préjudiciable à la fiabilité et à la durée de vie du dispositif d'entraînement.

[0018] Pour remédier à ce problème, certains procédés d'asservissement des moteurs ont été proposés dans l'état de l'art. Ces procédés présentent comme inconvénient de faire fluctuer la vitesse du moteur agissant comme moteur d'entraînement autour d'une valeur moyenne et de donc faire suivre une courbe non régulière. Certains de ces procédés d'asservissement font en priorité varier la vitesse du moteur agissant comme moteur d'entraînement, ce qui présente l'inconvénient de remédier aux conséquences plutôt qu'aux causes des perturbations. L'amplitude et la fréquence des fluctuations rapides du couple des moteurs dépendent du rapport des rayons d'enroulement qui évolue de manière non régulière lors de la course de l'élément souple de protection.

[0019] Dans le cas où le moteur électrique agissant comme moteur d'entraînement est déjà associé à un asservissement de vitesse séparé, rien n'est prévu pour compenser l'effet d'accordéon.

[0020] C'est dans le cadre d'une première démarche inventive qu'il a été imaginé de moduler de manière périodique la vitesse de rotation d'au moins un des moteurs d'entraînement des arbres de commande d'enroulement et de déroulement en fonction de la vitesse de déplacement de l'élément souple de protection.

[0021] Plus particulièrement, on mesure de manière périodique la vitesse de rotation instantanée de chaque moteur pour la comparer à la consigne de vitesse ayant été adressée à chacun d'eux et on ajuste en conséquence la tension appliquée à chaque moteur.

[0022] Sachant que le rapport des rayons d'enroulement de l'élément souple de protection sur l'arbre de commande d'enroulement et sur l'arbre de commande de déroulement est inversement égal au rapport des vitesses mesurées des moteurs d'entraînement lorsque ledit élément souple est tendu, c'est dans le cadre d'une seconde démarche inventive que l'on a pensé en déduire le couple d'entraînement exercé par chacun des moteurs sur l'élément souple de protection et ajuster la tension exercée par ces moteurs sur la portion d'élément souple de protection s'étendant entre l'arbre de commande d'enroulement et l'arbre de commande de déroulement.

[0023] Les avantages qui découlent de la présente invention consistent en ce que les consignes de vitesse assignées aux moteurs peuvent être constamment déterminées pour assurer de manière permanente une tension sur l'élément souple de protection entre l'arbre de commande d'enroulement et l'arbre de commande de déroulement, tension qui reste dans une plage déterminée de sorte que les moteurs puissent travailler de manière optimale et de concert en phase d'enroulement ou de déroulement.

[Fig.1] illustre un dispositif d'entraînement selon un premier mode de réalisation ;

[Fig.2] illustre un dispositif d'entraînement selon un deuxième mode de réalisation ;

[Fig.3] est une représentation schématique du dispositif d'entraînement selon le premier mode de réalisation ;

[Fig.4a] est une représentation schématique du dispositif d'entraînement selon le premier mode de réalisation ;

[Fig.4b] est une représentation schématique du dispositif d'entraînement en déploiement selon le deuxième mode de réalisation ;

[Fig.4c] est une représentation schématique du dispositif d'entraînement en repliement selon le deuxième mode de réalisation ;

[Fig.5] est une représentation graphique de l'enchaînement des étapes d'un procédé de pilotage du dispositif d'entraînement selon les deux modes de réalisation ;

[Fig. 6] est une représentation graphique détaillée de l'enchaînement des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement selon les deux modes de réalisation effectuées lorsque l'élément souple de protection du dispositif d'entraînement n'est pas tendu ;

[Fig.7] est une représentation graphique détaillée de l'enchaînement des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement selon les deux modes de réalisation effectuées lorsque l'élément souple de protection du dispositif d'entraînement est tendu ;

[Fig.8a] est une représentation graphique de l'enchaînement d'une partie des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement permettant de déterminer un rapport de vitesses selon les deux modes de réalisation ;

[Fig.8b] est une représentation graphique de l'enchaînement d'une partie des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement permettant de déterminer des tensions stabilisées initiales selon les deux modes de réalisation ;

[Fig.9] est une représentation graphique de l'enchaînement d'une partie des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement permettant de déterminer une consigne de couple d'un deuxième moteur électrique du dispositif d'entraînement selon les deux modes de réalisation ; et

[Fig.10] est une représentation graphique de l'enchaînement d'une partie des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement permettant de déterminer une nouvelle tension à appliquer aux moteurs électriques du dispositif d'entraînement selon les deux modes de réalisation en fonction de la tension d'alimentation des moteurs à l'itération précédente, éventuellement en fonction de l'alimentation de démarrage, et d'un couple de référence ;

[Fig.11] est une représentation graphique d'un enchaînement alternatif à l'enchaînement représenté dans la figure 7 des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement selon les deux modes de réalisation effectuées lorsque l'élément souple de protection du dispositif d'entraînement est tendu ;

[Fig. 12] est une représentation graphique de l'enchaînement d'une partie des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement permettant de déterminer l'ondulation de couple d'un moteur électrique agissant comme moteur auxiliaire en fonction du rapport de vitesses et du couple du moteur électrique agissant comme moteur d'entraînement selon les deux modes de réalisation ; et

[Fig.13] est un ensemble de courbes visualisant l'avance de phase et l'affaiblissement d'un signal sinusoïdal en sortie d'un filtre numérique selon l'invention, ajustable selon un paramètre entier k.

[0024] Tel que cela apparaît dans les figures ci-jointes, la présente invention concerne le domaine des dispositifs d'entraînement 1 d'un élément souple de protection 2 prévu pour s'étendre dans une disposition sensiblement horizontale ou à faible pente au-dessus d'une surface 8 à protéger, que ce soit par rapport à des rayonnements solaires et/ou des intempéries, telles que la pluie ou le froid, voire à une tentative d'intrusion.

[0025] Ainsi, cet élément souple de protection 2 peut prendre la forme d'une toile d'ombrage, d'une bâche ou encore d'un tablier de protection enroulable, similaire à ceux des volets roulants et composé d'une pluralité de lames reliées entre elles au moins de manière articulée.

[0026] La figure 1 et la figure 3 représentent, de manière schématisée, un dispositif d'entraînement 1 d'un élément souple de protection 2 sous forme d'une toile 3 prévue pour être déployée au-dessus d'une surface 8 à protéger, cette toile 3 est initialement enroulée autour d'un arbre de commande d'enroulement 5 situé d'un côté de cette surface 8 à protéger, selon un premier mode de réalisation de l'invention.

[0027] Du côté opposé de cette surface 8 est ménagé un arbre de commande de déroulement 6 auquel est reliée l'extrémité d'une, préférentiellement plusieurs sangles 7 par ailleurs rendues solidaires à leur extrémité opposée 9, 10 de l'extrémité libre 11 de la toile 3. On comprend qu'en assurant la rotation de l'arbre de commande de déroulement 6 dans le sens S1 de déploiement de la toile 3 les sangles 7 vont progressivement s'enrouler autour de l'arbre de commande de déroulement 6 en tirant sur l'extrémité 11 de la toile 3, conduisant au déroulement de cette dernière de l'arbre de commande d'enroulement 5 par rotation de celui-ci dans le même sens S1 de déploiement. Lorsque l'arbre de commande de déroulement 6 tourne dans le sens S1 de déploiement, le premier moteur électrique M_1 agit comme moteur d'entraînement et le deuxième moteur électrique M_2 agit comme moteur auxiliaire. Lorsque l'arbre de commande de déroulement 6 tourne dans le sens S2 de repliement, le premier moteur électrique M_1 agit comme moteur auxiliaire et le deuxième moteur électrique M_2 agit comme moteur d'entraînement.

[0028] Évidemment, une commande en rotation inverse S2 génère l'enroulement de la toile 3 autour de l'arbre de commande d'enroulement 5 et le déroulement des sangles 7 depuis l'arbre de commande de déroulement 6.

[0029] Pendant ces manœuvres de déploiement ou de repliement de la toile 3, celle-ci doit être maintenue tendue, sans quoi elle peut se dérouler de manière incontrôlée entre l'arbre de commande d'enroulement 5 et l'arbre de commande de déroulement 6 par l'effet de son propre poids.

[0030] La figure 2 illustre, de manière schématisée le cas du déploiement, à l'horizontale ou avec une faible pente d'un élément souple de protection 2 sous forme d'un tablier 4 composé d'une pluralité de lames 17 au moins articulées les unes par rapport aux autres à la manière d'un tablier de volet roulant, selon un deuxième mode de réalisation.

[0031] Si, dans une position sensiblement verticale, un tel tablier 4 se déploie naturellement par son poids lors de la rotation de l'arbre de commande d'enroulement 5 dans le sens du déploiement S1, dans une position sensiblement horizontale ou à faible pente il convient, tout comme pour une toile, d'assister ce tablier 4 dans son déploiement. Ceci peut se faire par traction au moyen de sangles ou par poussée, solution que souhaite illustrer la figure 2.

[0032] Habituellement, que ce soit en position verticale ou sensiblement horizontale, un élément souple de protection sous forme d'un tablier 4, de type tablier de volet roulant est guidé, latéralement, par des profilés dénommés coulisses 20, 21, dans chacun desquels se glisse un bord 18, 19 du tablier 4. Dans ces derniers peuvent être repoussées progressivement les lames 17 du tablier 4, en particulier dans une disposition horizontale ou sensiblement horizontale sous l'action de l'arbre de commande de déroulement 6. Celui-ci est disposé, comme illustré dans la figure 2, en aval de l'arbre de commande d'enroulement 5.

[0033] À titre d'exemple, un tel arbre de commande de déroulement 6 peut agir au moyen de la denture 23 d'une ou plusieurs roues d'entraînement sur des doigts d'entraînement ou des ouvertures d'entraînement 24 ménagées aux extrémités des lames 17 du tablier 4, un peu à la manière d'une crémaillère.

[0034] Là encore, la portion de tablier 4 s'étendant entre l'arbre de commande d'enroulement 5 et l'arbre de commande de déroulement 6 doit être maintenue en permanence en légère tension pour éviter un éventuel blocage du tablier 4, voire une rupture de ce dernier. En effet, l'amplitude de pivotement d'une lame 17 par rapport à une autre adjacente est souvent limitée, en particulier dans le sens contraire à l'enroulement de ces lames 17 autour de l'arbre de commande d'enroulement 5. En conséquence, si cette portion de tablier 4 venait à se détendre de trop entre l'arbre de commande d'enroulement 5 et l'arbre de commande de déroulement 6, les lames pourraient se plier excessivement les unes par rapport aux autres jusqu'à dépasser cette limite en provoquant la rupture d'une articulation entre ces lames 17.

[0035] Par ailleurs une absence de tension sur cette portion signifie que l'intégralité des efforts au déploiement ou au repliement du tablier 4 est procurée par le moteur de l'arbre de commande de déroulement 6.

[0036] La figure 4a est une représentation schématique du dispositif d'entraînement 1 représenté dans la figure 1, la figure 4a représentant le dispositif d'entraînement dans les deux sens de mouvement, c'est-à-dire le sens de déploiement S1 et le sens de repliement S2, et illustrant uniquement les forces tangentielles qui s'appliquent à des points de contacts P_1 et P_2 entre l'élément souple de protection 2 et les arbres de commande d'enroulement 5 et de déroulement 6.

[0037] Les figures 4b et 4c sont des représentations schématiques du dispositif d'entraînement 1 représenté dans la figure 2, dans le sens du déploiement S1 (figure 4b) et dans le sens du repliement S2 (figure 4c), qui illustrent uniquement les forces tangentielles qui s'appliquent aux points de contacts P_1 et P_2 entre l'élément souple de protection 2 et les arbres de commande d'enroulement 5 et de déroulement 6.

[0038] A ce propos et selon l'invention, la commande en rotation de l'arbre de commande d'enroulement 5 et de l'arbre de commande de déroulement 6 intervient au travers de deux moteurs électriques distincts dénommés, pour des questions de facilité de compréhension de la présente invention, premier moteur électrique M_1 pour celui agissant sur l'arbre de commande de déroulement 6 et deuxième moteur électrique M_2 pour celui entraînant l'arbre de commande d'enroulement 5.

[0039] Le dispositif d'entraînement 1 comprend un dispositif de pilotage 16 permettant le pilotage d'une alimentation électrique des moteurs électriques M_1 , M_2 . Le dispositif de pilotage 16 est représenté de façon détaillée dans la figure 3. Le dispositif de pilotage 16 peut comprendre un module de pilotage 31, 32 pour chaque moteur électrique M_1 , M_2 faisant partie du dispositif d'entraînement 1.

[0040] Pour les deux modes de réalisation de l'invention, le dispositif de pilotage 16 comprend un premier module de pilotage 31 permettant le pilotage du premier moteur électrique M_1 et un deuxième module de pilotage 32 permettant le pilotage du deuxième moteur électrique M_2 . Pour les deux modes de réalisation du dispositif d'entraînement 1 décrits, les modules de pilotage 31, 32 peuvent être identiques. Chaque module de pilotage 31, 32 peut comprendre un capteur de couple et/ou de courant 33, 34 et/ou un capteur de vitesse de rotation 35, 36 du moteur électrique M_1 , M_2 respectif. Chaque module de pilotage 31, 32 peut en outre comprendre une interface de communication 37, 38 apte à communiquer avec l'interface de communication 37, 38 de l'autre module de pilotage 31, 32, telle qu'une liaison série RS232, une interface de puissance 39, 40 telle qu'un pont de transistors piloté par un driver, une unité de traitement et de calcul 41, 42 telle qu'un microcontrôleur et une alimentation 43, 44.

[0041] Le procédé selon l'invention consiste à :

- a) assigner à chacun des moteurs électriques M_1 et M_2 , en fonction du sens de commande de déploiement S1 ou au repliement S2, une tension d'alimentation U_{d1} ; U_{d2} de démarrage;
- b) déterminer la vitesse Q_1 et Q_2 des moteurs électriques M_1 et M_2 à un instant t ;
- c) calculer le rapport p des vitesses instantanées mesurées Ω_1/Ω_2 à l'instant t ;
- d) assigner une tension d'alimentation corrigée U'_1 et U'_2 aux moteurs électriques M_1 et M_2 correspondant à une vitesse de consigne Ω_{c1} et Ω_{c2} de ces moteurs électriques M_1 ; M_2 en fonction du rapport p des vitesses instantanées mesurées Ω_1/Ω_2 , pour exercer sur l'élément souple de protection 2, entre l'arbre de commande d'enroulement 5 et l'arbre de commande de déroulement 6, une tension d'une valeur comprise dans une plage définie ;
- e) reprendre le procédé à l'étape b) à intervalles de temps, préférentiellement réguliers. De préférence, ladite tension d'alimentation U_{d1} ; U_{d2} de démarrage correspond à une vitesse de rotation de consigne de démarrage Ω_{cd1} et Ω_{cd2} prédéfinie. L'étape a) permet d'exercer une tension sur l'élément souple de protection 2 entre l'arbre de commande d'enroulement 5 et l'arbre de commande de déroulement 6.

[0042] Selon une possibilité, la détermination de la vitesse Ω_1 et Ω_2 des moteurs électriques M_1 et M_2 à un instant t peut être effectuée à l'aide de capteurs de vitesse 35, 36 adaptés.

[0043] Le rapport p des vitesses instantanées mesurées Ω_1/Ω_2 correspond au rapport inverse des rayons d'enroulement R_2/R_1 de l'élément souple de protection 2, respectivement, sur l'arbre de commande d'enroulement 5 et l'arbre de commande de déroulement 6. Au cours de la phase a) d'initialisation du dispositif aucune valeur n'est disponible pour p . Avantagusement, le procédé prévoit d'assigner aux moteurs électriques M_1 , M_2 des tensions d'alimentation U_1 et U_2 qui garantissent la tension de l'élément souple de protection 2 dans la situation la plus défavorable.

[0044] [Fig.5] est une représentation graphique de l'enchaînement des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement 1 selon les deux modes de réalisation. [Fig.6] est une représentation graphique de l'enchaînement des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement 1 jusqu'à obtenir la tension de l'élément souple de protection 2 alors que [Fig.7] est une représentation graphique de l'enchaînement des étapes du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement 1 effectuées lorsque l'élément souple de protection 2 du dispositif d'entraînement est tendu.

[0045] Les figures 8a à 10 sont des représentations graphiques de détails du procédé de pilotage du dispositif d'entraînement 1 de la figure 7. [Fig.8a] est une représentation graphique de l'enchaînement des étapes du procédé permettant de déterminer un rapport de vitesses des moteurs électriques M_1 , M_2 . [Fig.8b] est une représentation graphique de l'enchaînement des étapes du procédé permettant de déterminer les tensions stabilisées à la fin de la phase de tension de l'élément souple de protection 2. [Fig.9] est une représentation graphique de l'enchaînement des étapes du procédé permettant de déterminer une consigne de couple du deuxième moteur électrique M_2 du dispositif d'entraînement 1. [Fig.10] est une représentation graphique de l'enchaînement des étapes du procédé permettant de déterminer les nouvelles tensions d'alimentation corrigées U_1' ; U_2' à appliquer aux moteurs électriques M_1 ; M_2 du dispositif d'entraînement 1 en fonction des tensions d'alimentation U_1 ; U_2 précédemment appliquées et d'un couple de référence.

[0046] Dans les figures 5 à 10, la vitesse angulaire du premier moteur électrique M_1 est représentée par Q_1 et la vitesse angulaire du deuxième moteur électrique M_2 est représentée par Ω_2 . K représente un coefficient du filtre passe-bas. ρ représente le rapport de vitesse angulaire des deux moteurs électriques M_1 , M_2 . ρ_{-1} représente la valeur de p à l'itération précédente. Ψ représente la fonction caractéristique couple / vitesse du moteur électrique M_1 , M_2 utilisé. C_{T1min} est le couple de freinage minimum imposé par le deuxième moteur électrique M_2 au premier moteur électrique M_1 . C_{T2min} est le couple de freinage minimum imposé par le premier moteur électrique M_1 au deuxième moteur électrique M_2 .

[0047] A titre d'exemple, pour un élément souple de protection 2 destiné à être étendu au-dessus d'une surface 8, il peut être attribué au premier moteur électrique M_1 agissant sur l'arbre de commande déroulement 6 une tension U_1 correspondant à sa vitesse nominale dans le sens du déploiement et au deuxième moteur électrique M_2 agissant sur l'arbre de commande d'enroulement 5 une tension U_2 correspondant à une vitesse largement inférieure à cette vitesse nominale dans le même sens de déploiement de manière à être certain qu'il agisse en tant que frein sur l'élément souple de protection 2 par rapport à la vitesse d'enroulement de ce dernier sur l'arbre de commande déroulement 6.

[0048] Le même raisonnement peut être tenu si cette première commande devait intervenir dans le sens inverse ou encore dans le cas d'un élément souple de protection 2 sous forme d'un tablier 4 pour garantir la mise en tension de la portion de tablier entre l'arbre de commande déroulement 6 et l'arbre de commande d'enroulement 5.

[0049] A noter, même si la tension sur l'élément souple de protection 2 devait être excessive durant une phase d'initialisation, cela n'intervient que très brièvement. En effet, dès que le rapport des vitesses est calculé de manière valide au cours de l'exécution des étapes b), c) et d), la tension de l'élément déployable 2 retrouve une valeur normale. Selon une possibilité, les couples C_1 , C_2 respectivement produits par les moteurs électriques M_1 , M_2 sont déterminés, notamment au cours de l'étape b).

[0050] Pour l'un ou l'autre des moteurs électriques M_1 , M_2 , la tension d'alimentation U_1 , U_2 de démarrage peut être égale à une tension correspondant à une vitesse théorique Ω_{V1} , Ω_{V2} qu'emprunterait le moteur électrique M_1 , M_2 respectif à vide.

[0051] Selon un exemple de réalisation, la vitesse de consigne de démarrage Ω_{cd1} est choisie sensiblement égale à la vitesse théorique Ω_{V1} qu'emprunterait le moteur électrique M_1 à vide, et la vitesse de consigne de démarrage Ω_{cd2} est choisie sensiblement égale à la vitesse théorique Ω_{V2} qu'emprunterait le moteur électrique M_2 à vide divisée par la valeur maximale atteignable par le rapport inverse des rayons d'enroulement $p = R_2/R_1$ dans le cas le plus défavorable. En somme, la tension d'alimentation U_{d1} du moteur électrique M_1 au premier démarrage correspond à celle de la vitesse théorique Ω_{V1} qu'emprunterait ce moteur électrique M_1 à vide et la tension d'alimentation U_{d2} du moteur électrique M_2 au premier démarrage correspond à celle de la vitesse théorique Ω_{V2} qu'emprunterait ce moteur électrique M_2 à vide divisée par la valeur maximale atteignable par $p = R_2/R_1$ dans le cas le plus défavorable. Ces tensions de démarrage U_{d1} , U_{d2} peuvent correspondre à des données en mémoire du dispositif.

[0052] Contrairement, après initialisation et première mise en route et arrêt des moteurs électriques M_1 , M_2 , le procédé prévoit de garder en mémoire la dernière valeur du rapport p des vitesses mesurées Ω_1/Ω_2 .

[0053] Ainsi au redémarrage, si $p \geq 1$, la tension initiale du premier moteur électrique M_1 est égale à la tension maximale disponible U_{max} et la tension du deuxième moteur électrique M_2 est égale à U_{max} divisée par p . A l'inverse, si $p < 1$, la tension initiale du deuxième moteur électrique M_2 est égale à U_{max} et la tension du premier moteur électrique M_1 est

égale à $U_{\max}$ multipliée par p. Pour garantir une meilleure tension initiale, dans le calcul précédent, on peut multiplier p par 0,75 dans le sens du repliement et par 1,25 dans le sens du déploiement.

[0054] Selon une caractéristique additionnelle possible, dans l'étape a), la tension d'alimentation U_{d1} , U_{d2} de démarrage est assignée à chacun des moteurs électriques M_1 , M_2 jusqu'à ce qu'un état de tension de l'élément souple de protection 2 soit déterminé.

[0055] L'élément souple de protection 2 est considéré comme tendu si l'écart E_v entre la vitesse de rotation mesurée à l'instant t Ω_1 ; Ω_2 et la vitesse de rotation à vide Ω_{V1} ; Ω_{V2} , sur le moteur choisi pour tendre respecte les conditions suivantes, selon son sens de rotation :

- E_v inférieur à un seuil négatif s'il agit en entraînement (il va moins vite qu'à vide),
- E_v supérieur à un seuil positif s'il agit en frein (il va plus vite qu'à vide).

[0056] Autrement dit, selon une possibilité, quand ledit élément souple de protection 2 est déroulé dans un sens de déploiement S1, l'état de tension de l'élément souple de protection 2 peut être déterminé lorsque, dans le mode d'entraînement de l'arbre de commande de déroulement 6, une différence entre la vitesse Ω_1 du premier moteur électrique M_1 déterminée et la vitesse de rotation à vide Ω_{V1} du premier moteur électrique M_1 est inférieure à un premier seuil et/ou une différence entre la vitesse Ω_2 du deuxième moteur électrique M_2 déterminée et la vitesse de rotation à vide Ω_{V2} du deuxième moteur électrique M_2 est supérieure à un deuxième seuil, et/ou quand ledit élément souple de protection 2 est enroulé dans le sens de repliement S2, l'état de tension de l'élément souple de protection 2 peut être déterminé lorsque, dans le mode d'entraînement de l'arbre de commande de d'enroulement 5, une différence entre la vitesse Ω_2 du deuxième moteur électrique M_2 déterminée et la vitesse de rotation à vide Ω_{V2} du deuxième moteur électrique M_2 est inférieure à un troisième seuil et/ou une différence entre la vitesse Ω_1 du premier moteur électrique M_1 déterminée et la vitesse de rotation à vide Ω_{V1} du premier moteur électrique M_1 est supérieure à un quatrième seuil.

[0057] Selon une autre caractéristique du procédé conforme à l'invention, au cours de l'étape (c) on mesure, en outre, à l'instant t le couple C_1 et C_2 produit, respectivement, par les moteurs électriques M_1 et M_2 .

[0058] A noter qu'il existe différents moyens pour mesurer ce couple C_1 , C_2 , ceci éventuellement en fonction de la technologie des moteurs électriques M_1 , M_2 . Dans le cas d'un moteur à courant continu à balais, le couple est proportionnel au courant consommé, donc aisément mesurable par une résistance série de faible valeur ou un capteur de courant. Sur un moteur sans balais, dit brushless, il est également possible de déduire le couple de la mesure des trois courants d'alimentation du moteur (par transformée de Clarke, puis transformée de Park). Pour un moteur asynchrone, le couple se calcule en fonction du glissement. Pour un moteur universel à excitation série, le couple est proportionnel au carré du courant consommé.

[0059] En conséquence, le couple du moteur électrique M_1 , M_2 est accessible de manière indirecte par la mesure du courant consommé et/ou de la vitesse de rotation, mais aussi, dans une variante de réalisation, par mesure directe avec un couple-mètre inséré sur l'axe de sortie des moteurs électriques M_1 , M_2 .

[0060] L'élément souple de protection 2 est considéré comme tendu si, sur le moteur électrique M_1 ou M_2 choisi pour tendre, l'écart E_c entre le couple mesuré à l'instant t C_1 ; C_2 et le couple à vide C_{v1} ; C_{v2} (correspondant à des données prédéfinies ou déterminées en amont) respecte les conditions suivantes selon le sens de rotation :

- E_c supérieur à un seuil positif si le moteur électrique choisi pour tendre agit en entraînement (il force plus qu'à vide),
- E_c inférieur à un seuil négatif si le moteur électrique choisi pour tendre agit en frein (il force moins qu'à vide).

[0061] Autrement dit, selon une possibilité, quand ledit élément souple de protection 2 est déroulé dans un sens de déploiement S1, l'état de tension de l'élément souple de protection 2 peut être déterminé lorsque, dans le mode d'entraînement de l'arbre de commande de déroulement 6, une différence entre le couple C_1 du premier moteur électrique M_1 déterminé et le couple à vide C_{v1} du premier moteur électrique M_1 est supérieure à un cinquième seuil et/ou une différence entre le couple C_2 du deuxième moteur électrique M_2 déterminé et le couple à vide C_{v2} du deuxième moteur électrique M_2 est inférieure à un sixième seuil, et/ou quand ledit élément souple de protection 2 est enroulé dans le sens de repliement S2, l'état de tension de l'élément souple de protection 2 peut être déterminé lorsque, dans le mode d'entraînement de l'arbre de commande de d'enroulement 5, une différence entre le couple C_2 du deuxième moteur électrique M_2 déterminé et le couple à vide C_{v2} du deuxième moteur électrique M_2 est supérieure à un septième seuil et/ou une différence entre le couple C_1 du premier moteur électrique M_1 déterminée et le couple à vide C_{v1} du premier moteur électrique M_1 est inférieure à un huitième seuil.

[0062] Selon une autre possibilité, quand l'élément souple de protection 2 est déroulé dans un sens de déploiement S1 et/ou quand l'élément souple de protection 2 est enroulé dans le sens de repliement S2, l'état de tension de l'élément souple de protection 2 peut être obtenu lorsqu'une différence entre le couple C_2 du deuxième moteur électrique M_2 déterminé et la valeur théorique de couple C_{ref} attendue à l'instant t en fonction de la valeur de p est inférieure en valeur absolue à un neuvième seuil. De préférence, ce neuvième seuil sera choisi égal à 1% de la valeur théorique de couple

C_{ref} attendue. La valeur théorique de couple C_{ref} attendue peut être calculée de la manière telle que détaillé par la figure 9.

[0063] De préférence, le surplus de couple $C_1 ; C_2$ par rapport au couple à vide $C_{vi} ; C_{V2}$ du moteur électrique $M_1 ; M_2$ entraînant peut être égal à un déficit de couple $C_1 ; C_2$ du moteur électrique $M_1 ; M_2$ freinant multiplié par p . Pour avoir une force de tension régulière de l'élément souple de protection 2 sur tout son mouvement, on commence par

prédéterminer le couple de référence qu'elle génère pour le rayon d'enroulement minimum $R_{1min} ; R_{2min}$. Ensuite, pour obtenir le couple nécessaire à un moment donné du mouvement, il suffit de multiplier le couple de référence par le rapport du rayon $R_1 ; R_2$ externe de l'enroulement sur le rayon minimum $R_{1min} ; R_{2min}$ et de retrancher le résultat du couple à vide $C_{vi} ; C_{V2}$.

[0064] A noter que le couple à vide $C_{vi} ; C_{V2}$ des moteurs électriques $M_1 ; M_2$ est préférentiellement déterminé dans des conditions dans lesquelles le moteur électrique $M_1 ; M_2$ n'entraîne pas l'élément souple de protection 2, mais en tenant compte des frottements sur les paliers ou les roulements d'un réducteur éventuel et, selon le cas de l'arbre de commande d'enroulement 5 ou de l'arbre de commande de déroulement 6.

[0065] Ainsi, il est possible de considérer que si le couple réel mesuré à un instant t $C_1 ; C_2$ est supérieur au couple à vide $C_{vi} ; C_{V2}$, le moteur électrique $M_1 ; M_2$ agit en traction, alors que si le couple mesuré $C_1 ; C_2$ est inférieur au couple à vide $C_{vi} ; C_{V2}$, le moteur électrique $M_1 ; M_2$ agit en frein.

[0066] Avantagusement, le cas où le couple mesuré $C_1 ; C_2$ devient négatif (le moteur électrique fonctionne comme une génératrice) sera évité. Ainsi, selon un mode de réalisation préférentiel du procédé selon l'invention, les nouvelles tensions de consigne d'alimentation corrigée $U'_1 ; U'_2$ d'un moteur électrique $M_1 ; M_2$ sera ajustée pour une vitesse de consigne $\Omega_{C1} ; \Omega_{C2}$ définie pour générer un couple $C_1 ; C_2$ positif. Dans le cas d'un dispositif où l'élément de protection souple 2 est prévu de s'étendre au-dessus de la surface 8 à protéger en venant se dérouler depuis l'arbre de commande d'enroulement 5 pour s'enrouler, au travers de sangle notamment, sur l'arbre de commande de déroulement 6 et inversement, il suffit de suivre le couple $C_1 ; C_2$ sur le moteur électrique freinant $M_1 ; M_2$ et d'ajuster en fonction sa vitesse de consigne $\Omega_{C1} ; \Omega_{C2}$, en tenant compte du rapport p des vitesses mesurées Ω_1 / Ω_2 , en rappelant qu'il correspond au rapport inverse des rayons d'enroulement R_2 / R_1 , ceci afin que ce couple $C_1 ; C_2$ soit sensiblement inférieur à son couple à vide $C_{vi} ; C_{V2}$. L'étude mathématique montre qu'en vitesse stabilisée le surplus de couple (par rapport au couple à vide $C_{vi} ; C_{V2}$) du moteur électrique $M_1 ; M_2$ entraînant est égal au déficit de couple (par rapport au couple à vide $C_{V2} ; C_{vi}$) du moteur électrique $M_2 ; M_1$ freinant multiplié par le rapport inverse des rayons R_2 / R_1 .

[0067] Selon le procédé de l'invention, pour avoir une force de tension sensiblement régulière de l'élément souple de protection 2 sur tout le mouvement, on prédétermine un couple de tension minimum C_{Tmin} généré par cet élément souple de protection 2 pour un rayon d'enroulement minimum, selon le cas, sur l'arbre de commande déroulement 6 en phase de déroulement ou sur l'arbre de commande d'enroulement 5 en phase de repliement.

[0068] Ainsi, à chaque itération des étapes b), c) on détermine le couple nécessaire pour le moteur $M_1 ; M_2$ en multipliant le couple de tension mécanique souhaité C_{Tmin} par le rapport du rayon externe de l'enroulement $R_1 ; R_2$ sur le rayon minimum $R_{1min} ; R_{2min}$ et en retranchant du résultat obtenu le couple à vide $C_{vi} ; C_{V2}$. Le rayon minimum peut correspondre à une donnée prédéfinie en mémoire.

[0069] Dans le cas d'un élément souple de protection 2 sous forme d'un tablier 4 destiné à se déployer et se replier, guidé latéralement par des coulisses 20, 21, en ne venant se dérouler ou s'enrouler qu'autour de l'arbre de commande d'enroulement 5, l'arbre de commande déroulement 6 ne sert que d'arbre d'entraînement à rayon constant. Il convient dans ce cas de distinguer les deux sens de mouvement. Lorsque l'élément souple de protection 2 se déroule de l'arbre de commande d'enroulement 5 et se déploie dans les coulisses 20, 21 en étant poussé par l'arbre de commande déroulement 6, on définit que le deuxième moteur électrique M_2 dont est équipé l'arbre de commande d'enroulement 5 agit en frein en maintenant son couple C_2 en-dessous de son couple à vide C_{V2} au travers des étapes b), c) et d) du procédé. Le premier moteur électrique M_1 subira un surplus de couple par rapport à son couple à vide C_{vi} égal au couple de tension de l'élément souple de protection 2 auquel s'ajoute, cette fois le couple résistant lié à l'effort pour pousser dans ces coulisses 20, 21 cet élément souple de protection 2 sous forme de tablier 4.

[0070] Dans l'autre sens, le dispositif exploite l'effet freinant lié à la résistance à la traction de l'élément souple de protection 2, en l'occurrence du tablier 4 dans les coulisses 20, 21 pour tendre ce tablier 4, ce qui permet aux deux moteurs électriques M_1 et M_2 de travailler en traction.

[0071] Dans ce cas, différentes solutions sont possibles :

- par ajustement de la vitesse de consigne Ω_{C2} du deuxième moteur électrique M_2 de l'arbre de commande d'enroulement 5 on peut faire en sorte que le couple mesuré C_2 sur ce deuxième moteur électrique M_2 à un instant t ait une valeur sensiblement supérieure à son couple à vide C_{V2} , ce qui suffit à maintenir la tension de l'élément souple de protection 2, mais ne répartit pas l'effort de traction pour le repliement de l'élément souple de protection 2,
- on peut aussi répartir de manière égale la force de traction nécessaire entre les deux moteurs électriques M_1 et M_2 , ce qui génère une dissymétrie entre les deux couples C_1 et C_2 d'autant plus grande que le rapport des rayons R_2 / R_1 s'éloigne de plus en plus de 1 au cours de l'enroulement de l'élément souple de protection 2, en l'occurrence du tablier 4, sur l'arbre de commande d'enroulement 5. Il en résulte un déséquilibre des courants électriques consom-

més,

- répartir de manière égale le couple ($C_1 \approx C_2$) nécessaire sur les deux moteurs électriques M_1 , M_2 pour équilibrer les courants électriques consommés, avec pour conséquence une variation de la force de tension en cours de mouvement sur la portion du tablier 4 entre l'arbre de commande d'enroulement 5 et l'arbre de commande de déroulement 6.

[0072] Selon un mode de réalisation préférentiel appliqué à un élément souple de protection 2 sous forme d'un tablier 4 destiné à se déployer et se replier, guidé latéralement par des rails de guidage ou des coulisses 20, 21, en venant se dérouler ou s'enrouler autour de l'arbre de commande d'enroulement 5, l'arbre de commande déroulement 6 ne servant que d'arbre d'entraînement à rayon constant, lors du repliement :

- Durant une première phase au moins on mesure à un instant t la vitesse Ω_1 et Ω_2 des moteurs électriques M_1 et M_2 , on mesure le couple C_1 et C_2 produit par ces moteurs électriques M_1 et M_2 et on ajuste les vitesses de consigne Ω_{C1} et Ω_{C2} des moteurs électriques M_1 et M_2 en tenant compte du rapport du rayon d'enroulement R_2 de l'élément souple de protection 2 sur l'arbre de commande d'enroulement 5 et du rayon d'enroulement constant R_1 sur l'arbre de commande de déroulement 6, rapport qui est égal au rapport p des vitesses mesurées Ω_1 / Ω_2 , ceci pour délivrer au travers du premier moteur électrique M_1 un couple C_1 sensiblement égal au couple C_2 du deuxième moteur électrique M_2 .
- Et, durant une phase finale de repliement au moins, on ajuste la vitesse de consigne Ω_{C2} du deuxième moteur électrique M_2 de l'arbre de commande d'enroulement 5 de sorte que le couple mesuré C_2 sur ce deuxième moteur électrique M_2 à un instant t ait une valeur sensiblement supérieure à son couple à vide C_{V2} , pour maintenir en tension l'élément souple de protection 2, dans sa portion entre l'arbre de commande d'enroulement 5 et l'arbre de commande déroulement 6.

[0073] Toujours, dans le cas particulier d'un élément souple de protection 2 sous forme de tablier sur lequel l'arbre de commande de déroulement 6 agit par poussée ou traction à diamètre constant, on peut imaginer choisir constante la vitesse de consigne Ω_{C1} du premier moteur électrique M_1 agissant sur cet arbre de commande de déroulement 6, que ce soit en phase de déploiement ou de repliement. En effet, en phase de déploiement, le deuxième moteur électrique M_2 agissant sur l'arbre de commande d'enroulement 5 vient alors progressivement à accélérer pour compenser la section d'enroulement du tablier autour de ce dernier, section venant à diminuer jusqu'à une valeur minimale. Inversement, le deuxième moteur électrique M_2 vient progressivement à ralentir en phase de repliement dans ces conditions.

[0074] Pour autant, par la mesure des vitesses Ω_1 et Ω_2 et des couples C_1 et C_2 , il sera déterminé si la tension sur l'élément souple de protection 2 répond à la consigne de tension et la vitesse de consigne Ω_{C2} du deuxième moteur électrique M_2 sera ajustée, voire celle Ω_{C1} du premier moteur électrique M_1 si nécessaire, pour respecter cette consigne de tension sur l'élément souple de protection 2, notamment durant les phases finale et initiale, respectivement, de déploiement et de repliement.

[0075] En effet selon la section d'enroulement de cet élément souple de protection 2 sur l'arbre de commande d'enroulement 5, il convient de s'assurer que la vitesse du deuxième moteur électrique M_2 soit en mesure de conférer à l'élément souple de protection 2 une vitesse de déplacement en rapport à celle qui lui est communiquée par l'arbre de commande de déroulement 6 tournant sous l'impulsion du premier moteur électrique M_1 fonctionnant à vitesse nominale.

[0076] Selon un mode préféré du procédé de l'invention, la vitesse de consigne Ω_{C1} ; Ω_{C2} d'un des moteurs électriques M_1 ; M_2 est choisie constante. Préférentiellement elle est choisie égale à la vitesse nominale de ce moteur électrique M_1 ; M_2 . De préférence, la vitesse de l'autre moteur électrique M_1 , M_2 peut être ajustée à la baisse de façon à maintenir la tension de l'élément souple de protection 2 à une valeur se trouvant dans la plage prédéfinie.

[0077] L'application d'une nouvelle tension d'alimentation corrigée U'_1 , U'_2 sur l'un au moins des moteurs électriques M_1 , M_2 induit un changement dans le différentiel de vitesse de rotation entre les deux arbres 5, 6, ce qui entraîne une évolution maîtrisée de la force de tension de l'élément souple de protection 2 et donc des couples C_1 , C_2 mesurés par les moteurs électriques M_1 , M_2 .

[0078] Selon une caractéristique additionnelle possible, le procédé comporte en outre les étapes suivantes :

- la vitesse de rotation Ω_1 , Ω_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement est mesurée par le capteur de vitesse de rotation 35, 36 respectif,
- une première valeur représentant la vitesse de rotation Ω_1 , Ω_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement est transférée par le dispositif d'interface de communication 15 du module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement au module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire, et
- la vitesse de consigne Ω_{C1} , Ω_{C2} du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement et/ou la vitesse de consigne Ω_{C1} , Ω_{C2} du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire est choisie par le

module de pilotage 31, 32 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire en fonction du rapport p et en fonction de la première valeur transmise au module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire.

- 5 **[0079]** Selon une possibilité le procédé peut en outre comporter l'étape suivante :
- iv) la vitesse de consigne Ω_{C1} , Ω_{C2} à appliquer au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement est transférée en retour par le dispositif d'interface de communication 15 du module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire au module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement.
- 10 **[0080]** Les étapes i), ii), iii) et iv) sont de préférence répétées à intervalles de temps réguliers. Selon une possibilité, dans l'étape i), le couple C_1 , C_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement est en outre mesuré par le capteur de couple et/ou de courant 33, 34 respectif, dans l'étape ii), une deuxième valeur représentant le couple C_1 , C_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement est en outre transférée par le dispositif d'interface de communication 15 du module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme
- 15 moteur d'entraînement au module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire et dans l'étape iii), la vitesse de consigne Ω_{C1} , Ω_{C2} du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire est en outre choisie par le module de pilotage 31, 32 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire en fonction de la deuxième valeur transmise au module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire.
- 20 **[0081]** Selon une caractéristique additionnelle possible, dans l'étape i), une moyenne d'une pluralité de couples C_1 , C_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement mesurés lors de mise en œuvre précédentes de l'étape i) par le capteur de couple et/ou de courant 33, 34 respectif est déterminée, dans l'étape ii), une troisième valeur représentant la moyenne de couples du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement est en outre transférée par le dispositif d'interface de communication 15 du module de pilotage 31, 32 associé au moteur
- 25 électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement au module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire et, dans l'étape iii), la vitesse de consigne Ω_{C1} , Ω_{C2} du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire est en outre choisie par le module de pilotage 31, 32 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire en fonction de la troisième valeur transmise au module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire.
- 30 **[0082]** Selon une caractéristique additionnelle possible, la vitesse de rotation Ω_1 , Ω_2 et/ou le couple C_1 , C_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire est mesuré par le capteur de vitesse de rotation 35, 36 et/ou le capteur de couple et/ou de courant 33, 34 respectif, la vitesse de consigne Ω_{C1} , Ω_{C2} du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire étant en outre choisie dans l'étape iii) en fonction de la vitesse de rotation Ω_1 , Ω_2 et/ou du couple C_1 , C_2 mesuré du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire.
- 35 **[0083]** Selon une possibilité, le couple C_1 , C_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement mesuré par le capteur de couple et/ou de courant 33, 34 respectif et/ou la vitesse de rotation Ω_1 , Ω_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement mesurée par le capteur de vitesse de rotation 35, 36 respectif lors de la mise en œuvre de l'étape i) est filtré(e) par un filtre passe-bas, dont une fréquence de coupure et un gain sont de préférence ajustés en fonction de l'inverse du rapport p afin d'obtenir que l'atténuation et le déphasage d'un signal
- 40 provenant du capteur de vitesse de rotation 35, 36 respectif soit constant ou quasi-constant. De cette manière, des bruits de mesure susceptibles de perturber le calcul suivant peuvent être évités.
- [0084]** Ainsi, le moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement envoie au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire deux grandeurs mesurées, représentatives de la vitesse de rotation Ω_1 , Ω_2 et du couple d'entraînement C_1 , C_2 . Le module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme
- 45 moteur auxiliaire calcule d'une part, le rapport des vitesses de rotation p , image du rapport inverse des rayons R_2/R_1 (si l'élément souple de protection 2 est tendu), qui est ensuite convenablement lissé par filtrage passe-bas, d'autre part, la valeur moyenne de la consigne de couple du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire à laquelle viendra s'ajouter une ondulation pour compenser les fluctuations de couple du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement.
- 50 **[0085]** La fréquence de coupure et le gain du filtre peuvent avantageusement être auto-ajustés en fonction du rapport inverse des rayons R_2/R_1 sur chaque arbre 5, 6 pour conserver un gain et un déphasage quasi-constants sur la plage de fréquence de la fluctuation.
- [0086]** Ensuite, ce signal périodique filtré généré par le capteur de vitesse de rotation 35, 36 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement (qui se rapproche de sa composante fondamentale sinusoïdale) peut être échantillonné et stocké dans une table couvrant au minimum une demi-période lorsque cette dernière est la plus longue.
- 55 **[0087]** Si à une position donnée, il faut N échantillons pour couvrir une période, la moitié de l'écart entre le point courant d'indice n et le point d'indice $n-k$ conservé dans la table des valeurs précédentes (avec $0 \leq k \leq N/2$) représente

une onde en avance de phase par rapport au signal filtré généré par le capteur de vitesse de rotation 35, 36 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement. Le résultat du calcul est représenté à la figure 13 pour différentes valeurs de k .

[0088] Ainsi, une variation sinusoïdale peut subir une avance qui va de 0° (à gain unitaire) pour $k = N/2$ jusqu'à 90° (mais à gain nul) pour $k = 0$, en passant par une avance de 45° (gain = $\sqrt{2}/2$) pour $k = N/4$. Pour le procédé de pilotage selon l'invention, une valeur de k comprise entre $N/4$ et $N/2$ est préférable.

[0089] Pour une avance de phase souhaitée, on calcule k en fonction de N ainsi que le coefficient multiplicateur M à appliquer pour compenser le gain ≤ 1 . N dépend du rapport inverse des rayons d'enroulement (égal à p) divisé par la fréquence moyenne du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement. On obtient une avance de phase constante sans affaiblissement du signal sur tout le mouvement. Dans le cas où la fluctuation n'est pas tout-à-fait sinusoïdale, la valeur moyenne du signal en avance de phase peut être non nulle, ce qui impose de recentrer la courbe en retirant la moyenne des valeurs maximale et minimale sur une plage glissante. Le résultat, dosé par un coefficient multiplicateur, est ajouté à la consigne de tension Ω_{C1} , Ω_{C2} du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire qui ondule donc autour d'une valeur centrale pour compenser avec anticipation les variations du couple C_1 , C_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement. Comme pour tout asservissement, le gain de la boucle devra être ajusté pour limiter le plus possible les écarts sans générer d'instabilité.

[0090] Si les deux moteurs électriques M_1 , M_2 sont de type courant continu avec ou sans balais, le courant étant proportionnel au couple C_1 , C_2 , on appliquera la méthode sur le courant du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement, courant qui est plus facile à mesurer que le couple.

[0091] Tel qu'illustré dans la figure 9, le procédé peut comprendre une étape d'équilibrage de couple selon laquelle le couple C_1 est multiplié par un facteur $(N+1)p / (Np + 1)$ avec N valant préférentiellement 7, auquel résultat est ajouté le couple de freinage minimum C_{T1min} imposé par le deuxième moteur électrique M_2 au premier moteur électrique M_1 multiplié par $(p - 1)$. Le facteur multiplicatif vaut 1 quand $p = 1$ et augmente légèrement avec p , permettant ainsi de créer une légère dissymétrie en faveur du couple C_2 du deuxième moteur électrique M_2 pour renforcer la tension de l'élément souple de protection 2. $C_{T1min} \times (p - 1)$ permet de rajouter une tension minimale lorsque l'élément souple de protection 2 est quasiment enroulé sur l'arbre de commande d'enroulement 5 et n'induit plus d'effort de traction suffisant. C_1 peut être avantageusement remplacé par la moyenne $C_{moy} = (C_1 + C_2) / 2$ des couples C_1 , C_2 des moteurs électriques M_1 , M_2 puisque C_{moy} converge vers C_1 lorsque les deux couples C_1 , C_2 s'équilibrent. On évite ainsi une instabilité du dispositif d'entraînement 1 tant que la condition $C_1 = C_2$ n'est pas accomplie.

[0092] Selon une possibilité, le procédé comprend une étape de temporisation après chaque modification des commandes des moteurs électriques M_1 , M_2 pour laisser le temps à la vitesse angulaire du moteur électrique M_1 , M_2 de se stabiliser. Dans ces conditions, il est possible de considérer que la somme algébrique des couples appliqués aux points de contacts P_1 et P_2 des figures 4a à 4c est nulle et ne dépend pas du moment d'inertie des arbres 5 et 6.

[0093] Faisant référence au premier mode de réalisation et en particulier à la figure 4a, lorsque le premier moteur électrique M_1 tourne afin d'enrouler l'élément souple de protection 2 autour de l'arbre de commande de déroulement 6, la force motrice F_{M1} , F_{M2} de chaque moteur électrique M_1 , M_2 s'oppose à la force de tension F_{T1} , F_{T2} de l'élément déployable au point de contact P_1 , P_2 . Un bilan en amplitude positive des forces tangentielles qui s'appliquent à chaque arbre 5, 6 peut être établi. Au point de contact P_1 , $F_{M1} = F_{T1}$ et au point de contact P_2 , $F_{T2} = F_{M2}$. En admettant que l'élément souple de protection 2 est non déformable selon sa longueur, c'est-à-dire dans la direction d'enroulement ou de déroulement, lorsque l'élément souple de protection 2 est tendu, on a $F_{T1} = F_{T2}$. Il en résulte que $F_{M1} = F_{M2}$. Comme ces forces s'appliquent orthogonalement au rayon d'action, le couple utile développé par le premier moteur électrique M_1 correspond à : $C_{M1} = F_{M1} \times R_1$ et le couple utile développé par le deuxième moteur électrique M_2 correspond à : $C_{M2} = - F_{M2} \times R_2$ (couple freinant, négatif).

[0094] On a $- C_{M2} / R_2 = C_{M1} / R_1$, et donc $C_{M2} = - (R_2 / R_1) \times C_{M1}$.

[0095] De plus, le couple total développé par le moteur électrique M_1 , M_2 inclut son couple à vide C_{V1} ; C_{V2} respectif nécessaire pour vaincre les frottements internes. Autrement exprimé, $C_1 = C_{M1} + C_{V1}$ et $C_2 = C_{M2} + C_{V2}$. Il en résulte que $C_{V2} - C_2 = (R_2 / R_1) \times (C_1 - C_{V1})$.

[0096] Selon une possibilité, l'élément souple de protection 2 peut être tendu sans que le deuxième moteur électrique M_2 fonctionne en génératrice. Dans ce cas, on a $0 < C_2 < C_{V2}$, ce qui donne $C_{V1} < C_1 < C_{V1} \times [1 + (R_1 / R_2)]$. Selon une caractéristique additionnelle possible, une force de tension souhaitée F_{T1min} de l'élément souple de protection 2 peut être choisie dans une plage de valeur prédéfinie. Un couple de tension C_{T1min} de l'élément souple de protection 2 peut être défini pour la valeur minimale du rayon R_{1min} du rayon R_1 et les couples C_1 et C_2 peuvent en être déduits dans le sens du déploiement S1 à l'aide des formules suivantes :

$$C_1 = C_{V1} + (R_1 / R_{1min}) \times C_{T1min} \text{ (donc } C_1 > C_{V1})$$

et

$$C_2 = C_{V2} - (R_2 / R_{1min}) \times C_{T1min} \text{ (donc } C_2 < C_{V2}).$$

[0097] En revanche, dans le sens du repliement S2, lorsque le deuxième moteur électrique M_2 tourne afin d'enrouler l'élément souple de protection 2 autour de l'arbre de commande de d'enroulement 5, on a :

$$C_1 = C_{V1} - (R_1 / R_{1min}) \times C_{T1min} \text{ (donc } C_1 < C_{V1})$$

et

$$C_2 = C_{V2} + (R_2 / R_{1min}) \times C_{T1min} \text{ (donc } C_2 > C_{V2}).$$

[0098] Selon une possibilité, les moteurs électriques M_1 , M_2 peuvent être identiques et présenter un même couple à vide C_v .

[0099] Selon une possibilité, le point de fonctionnement des moteurs électriques M_1 , M_2 peut être choisi de sorte à équilibrer les forces en imposant sur le deuxième moteur M_2 un surplus de couple par rapport au couple à vide C_{V2} égal au surplus de couple du premier moteur M_1 par rapport au couple à vide C_{V1} multiplié par le rapport inverse des rayons R_2/R_1 tant que celui-ci est inférieur à 1, puis à équilibrer les couples C_1 , C_2 tant que l'effet résistant lié à la surface d'élément souple de protection 2 restant à enrouler est suffisant, et enfin à garantir un couple minimum pour maintenir la tension en fin du mouvement.

[0100] Faisant référence au deuxième mode de réalisation et dans le sens du déploiement S1 illustré par la figure 4b, lorsque le premier moteur électrique M_1 tourne afin d'entraîner l'élément souple de protection 2 autour de l'arbre de commande de déroulement 6 avec rayon un R_1 constant, s'applique une force tangentielle F_{R1} correspondant à la résistance au glissement de l'élément souple de protection 2 qui peut frotter dans ses rails de guidage ou coulisses 20, 21, à laquelle se rajoute ou se retranche une partie du poids de l'élément souple de protection 2 en fonction de l'angle que font les rails de guidage ou coulisses 20, 21 par rapport à l'horizontale. Cette force tangentielle s'oppose à la force motrice du premier moteur électrique M_1 . Il en résulte que, au premier point de contact P_1 , $F_{T1} = F_{M1} - F_{R1}$ et au deuxième point de contact P_2 , $F_{T2} = F_{M2}$.

[0101] En admettant que l'élément souple de protection 2 est non déformable selon sa longueur, c'est-à-dire dans la direction d'enroulement ou de déroulement, lorsque l'élément souple de protection 2 est tendu, on a $F_{T1} = F_{T2}$, donc $F_{M2} = F_{M1} - F_{R1}$.

[0102] Au niveau des couples utiles, sachant que $C_{M1} = F_{M1} \times R_1$ (couple moteur, positif) et $C_{R1} = - F_{R1} \times R_1$, $C_{M2} = - F_{M2} \times R_2$ (couples freinants, négatifs), la relation devient : $- C_{M2} = (R_2 / R_1) \times (C_{M1} - C_{R1})$, ce qui donne finalement : $C_{V2} - C_2 = (R_2 / R_1) \times (C_1 - C_{V1} - C_{R1})$.

[0103] La condition pour tendre l'élément souple de protection 2 sans que le deuxième moteur électrique M_2 fonctionne en génératrice dans le sens de déploiement S1 de l'élément souple de protection 2 est : $0 < C_2 < C_{V2}$ ce qui donne : $C_{R1} + C_{V1} < C_1 < C_{R1} + C_{V1} + C_{V2} \times (R_1 / R_2)$.

[0104] Dans ce même mode de réalisation, dans le sens du déploiement S1 l'élément souple de protection 2 illustré par la figure 4b, la force de tension F_{T1min} de l'élément souple de protection 2 dans le sens de sa longueur aura pour effet un couple C_{T1min} sur le moteur M_1 . Le rayon R_1 reste constant à $R_1 = R_{1min}$. Le couple total de chaque moteur électrique M_1 , M_2 peut se calculer de la manière suivante :

$$C_1 = C_{V1} + C_{R1} + C_{T1min} \text{ (donc } C_1 > C_{R1} + C_{V1}) \text{ et } C_2 = C_{V2} - (R_2/R_1) \times C_{T1min} \text{ (donc } C_2 < C_{V2}).$$

[0105] Selon une possibilité, le couple de la force de freinage C_{T1min} est limité à $(R_1 / R_{2max}) \times C_{V2}$ pour avoir $C_2 > 0$.

[0106] Faisant toujours référence au deuxième mode de réalisation mais dans le sens du repliement S2 de l'élément souple de protection 2 illustré par la figure 4c, la force motrice F_{M1} et la force de résistance au glissement de l'élément souple de protection F_{R1} , bien qu'étant toujours opposées, s'appliquent en sens inverse par rapport au déploiement. Au point de contact P_1 on a $F_{T1} = F_{R1} - F_{M1}$. Au point de contact P_2 on a $F_{T2} = F_{M2}$.

[0107] En admettant que l'élément souple de protection 2 est non déformable selon sa longueur, c'est-à-dire dans la direction d'enroulement ou de déroulement, lorsque l'élément souple de protection 2 est tendu, on a $F_{T1} = F_{T2}$ et donc $F_{M2} = F_{R1} - F_{M1}$. Sachant que $C_{M1} = F_{M1} \times R_1$, $C_{M2} = F_{M2} \times R_2$ et $C_{R1} = F_{R1} \times R_1$, la relation devient : $C_{M2} = (R_2 / R_1) \times (C_{R1} - C_{M1})$, ce qui donne finalement : $C_2 - C_{V2} = (R_2 / R_1) \times (C_{R1} - C_1 + C_{V1})$. La condition pour tendre l'élément

souple de protection 2 sans que le moteur M_2 fonctionne en frein est $C_2 > C_{V2}$, ce qui donne $C_1 < C_{V1} + C_{R1}$.

[0108] Dans le sens de repliement S_2 , plusieurs fonctionnements sont possibles, car les deux moteurs électriques M_1 , M_2 peuvent collaborer plus ou moins pour se partager le travail.

[0109] Selon un premier fonctionnement, le dispositif d'entraînement 1 peut être piloté de sorte que la force de tension F_{T1min} de l'élément souple de protection 2 soit constante. Pour obtenir une force de tension F_{T1min} de l'élément souple de protection 2 constante, le deuxième moteur électrique M_2 est piloté de sorte à ce que celui-ci développe un surplus de couple par rapport à son couple à vide C_{V2} suffisant pour garantir la tension de l'élément souple de protection 2 alors que le premier moteur électrique M_1 tire la charge. Dans ce cas, on obtient les formules suivantes : $C_1 = C_{V1} + C_{R1} - C_{T1min}$ (donc $C_1 < C_{V1} + C_{R1}$) et $C_2 = C_{V2} + (R_2 / R_1) \times C_{T1min}$ (donc $C_2 > C_{V2}$).

[0110] Selon un deuxième fonctionnement, le dispositif d'entraînement 1 peut être piloté de sorte que les forces motrices F_{M1} , F_{M2} des deux moteurs électriques M_1 , M_2 soient sensiblement égales, c'est-à-dire que $F_{M1} = F_{M2} = F_{R1} / 2$. Dans ce cas on a : $C_{M1} = C_{R1} / 2$ et $C_{M2} = (R_2 / 2R_1) \times C_{R1}$. Il en résulte pour le couple total des moteurs que $C_1 = C_{V1} + C_{R1} / 2$ (donc $C_1 < C_{V1} + C_{R1}$) et que $C_2 = C_{V2} + [R_2 / (R_2 + R_1)] \times C_{R1}$ ($C_2 > C_{V2}$). Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de connaître C_{R1} , mais simplement de contrôler la vitesse du deuxième moteur électrique M_2 pour garantir que l'équation $C_2 = (R_2 / R_1) \times (C_1 - C_{V1}) + C_{V2}$ soit satisfaite.

[0111] Selon un troisième fonctionnement, le dispositif d'entraînement 1 peut être piloté de sorte que les couples C_{M1} , C_{M2} des deux moteurs électriques M_1 , M_2 soient sensiblement égaux. Ainsi, le courant total consommé est réparti équitablement entre les deux moteurs électriques M_1 , M_2 . On obtient donc $C_{M1} = C_{M2} = [R_2 / (R_2 + R_1)] \times C_{R1}$. Il en résulte que $C_1 = C_{V1} + [R_2 / (R_2 + R_1)] \times C_{R1}$ (donc $C_1 < C_{V1} + C_{R1}$) et $C_2 = C_{V2} + [R_2 / (R_2 + R_1)] \times C_{R1}$ ($C_2 > C_{V2}$). Dans ce cas de figure, il n'est pas nécessaire de connaître C_{R1} , mais simplement de contrôler la vitesse de M_2 pour maintenir les couples C_1 et C_2 sensiblement égaux. La force de tension se détermine comme suit : $F_{T1} = [R_1 / (R_1 + R_2)] \times F_{R1}$.

[0112] Étant donné que, dans le deuxième mode de réalisation, le rayon R_1 de l'arbre de commande de déroulement 6 est constant pour toute la course de l'élément souple de protection 2, la force de tension varie en fonction du rayon R_2 de l'arbre de commande d'enroulement 5 et de la force de résistance à l'enroulement F_{R1} . La force de résistance à l'enroulement F_{R1} devient faible (se rapproche de 0) lorsque l'élément déployable est quasiment enroulé dans sa totalité sur l'arbre de commande d'enroulement 5.

[0113] Dans un objectif de garantir une force de tension minimale F_{T1min} , le troisième fonctionnement décrit ci-dessus peut être mis en œuvre tant que $C_2 > C_{V2} + (R_2 / R_1) \times C_{T1min}$. Ensuite, le dispositif d'entraînement 1 peut basculer soit sur le premier ou le deuxième fonctionnement. Le procédé peut donc mettre en œuvre le troisième fonctionnement tant que la condition ci-dessus sur C_2 est accomplie et basculer sur le premier ou le deuxième fonctionnement dès que la condition ci-dessus sur C_2 n'est plus accomplie. Selon une possibilité, il peut être rajouté un terme à C_2 correspondant à environ $C_{T1min} (p - 1)$ pour passer du troisième fonctionnement au premier fonctionnement lorsque $p \geq 1$.

[0114] En résumé, la tension de l'élément souple de protection 2 sera garantie si on ajuste la vitesse de consigne Ω_{C1} ; Ω_{C2} des moteurs électriques M_1 , M_2 de façon à maintenir le couple mesuré sur l'un d'eux C_1 ; C_2 dans une plage restreinte autour de la valeur optimale calculée selon les règles décrites dans les paragraphes précédents. Celles-ci font intervenir systématiquement le rapport inverse des rayons d'enroulement R_2 / R_1 qui doit être mis à jour de manière itérative par le calcul du rapport p des vitesses de rotation angulaires mesurées Ω_1 / Ω_2 , préférentiellement lissé par un filtre passe-bas pour n'en garder que la valeur moyenne.

[0115] On constate que le rapport inverse des rayons d'enroulement R_2 / R_1 est utilisé dans toutes les formules de calcul de couple. Or, lorsque l'élément souple de protection 2 est tendu, on a l'égalité $R_1 \times \Omega_1 = R_2 \times \Omega_2$ donc p est égal au rapport des vitesses de rotation angulaires : $p = R_2 / R_1 = \Omega_1 / \Omega_2$.

[0116] Il est important de noter que ce rapport p est déterministe pour une position donnée de l'élément souple de protection 2. Hormis pour le premier démarrage, les vitesses initiales des deux moteurs électriques M_1 , M_2 peuvent être calculées en fonction de la dernière valeur de p calculée lors du mouvement précédent.

[0117] Dans un dispositif d'entraînement 1 pourvu de moteurs électriques M_1 , M_2 à balais, on asservit le courant du deuxième moteur électrique M_2 à la place d'un asservissement du couple C_2 , pour raison qu'il y a un rapport de proportionnalité direct entre le couple et le courant.

[0118] Selon une possibilité, la vitesse de rotation Ω_1 , Ω_2 mesurée est lissée par un filtre passe-bas.

[0119] Selon une possibilité, lorsque ledit élément souple de protection 2 se déroule de l'arbre de commande d'enroulement 5 dans le sens de déploiement S_1 , la consigne du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire commence à une valeur faible et remonte progressivement jusqu'à une valeur légèrement inférieure à son courant à vide. Dans le sens inverse de repliement S_2 , les courants alimentant chacun des moteurs électriques M_1 , M_2 sont équilibrés jusqu'à atteindre le pic de couple C_1 , C_2 puis le courant du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire devient progressivement prépondérant sur le courant du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement pour garantir la tension de l'élément souple de protection 2.

[0120] Afin de compenser les irrégularités de l'enroulement de l'élément souple de protection 2, une ondulation sinusoïdale qui dépend de la position de l'élément souple de protection 2 peut être superposée à la consigne de courant

moyenne (quasiment linéaire), pour annuler au maximum les creux et les ventres sur la courbe de couple C_1 , C_2 . Cette ondulation est de préférence parfaitement calée en fonction de la position de l'élément souple de protection 2. Un mauvais calage peut aggraver l'effet d'accordéon au lieu de l'améliorer. La position de l'élément souple de protection 2 peut être déterminée par le rapport des rayons d'enroulement. Celui-ci se déduit du rapport des vitesses de rotation Ω_1 , Ω_2 mesurées à condition que l'élément souple de protection 2 soit tendu. Les valeurs initiales sont établies de façon à garantir cette condition quelle que soit le point de démarrage, ensuite le procédé selon l'invention optimise la tension de l'élément souple de protection 2.

[0121] La valeur du rapport des rayons au moment d'un arrêt intermédiaire peut être conservée comme valeur de départ pour le démarrage suivant, quel que soit le sens. Les avantages de la présente invention consistent en ce qu'il soit apte pour la mise en œuvre indépendamment des dimensions de l'élément souple de protection 2. En outre, le procédé est apte à être mis en œuvre indépendamment de la position de démarrage, ne nécessite pas de connaître la position angulaire des moteurs électriques M_1 , M_2 et permet de maintenir la tension de l'élément souple de protection 2 pendant la mise en œuvre du procédé. En outre, en asservissant ainsi le moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire, une compensation peut être atteinte à un niveau plus proche de la source de la perturbation, permettant ainsi que l'effet d'accordéon sur l'élément souple de protection 2 puisse être évité. Ainsi, la vitesse du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement peut continuer à rester pilotable par un utilisateur, par exemple.

[0122] Le procédé selon l'invention se fonde sur un transfert des mesures de vitesse Ω_1 , Ω_2 et/ou de couple C_1 , C_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement vers le moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire via une interface de communication 15. La vitesse Ω_1 , Ω_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire est adaptée pour lisser les fluctuations rapides du couple C_1 , C_2 du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement sans impacter les éventuelles variations plus lentes de sa valeur moyenne. Le procédé permet donc d'anticiper les fluctuations de couple C_1 , C_2 de manière dynamique en fonction du rapport inverse des rayons, lié au rapport des vitesses Ω_1 , Ω_2 mesurées, sans avoir besoin de connaître la position angulaire de chaque moteur électrique M_1 , M_2 .

[0123] Le procédé selon l'invention se fonde sur le principe de l'analyse par la commande du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire des fluctuations du couple du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement (ou de son courant, dans le cas où les moteurs électriques M_1 , M_2 sont des moteurs électriques à courant continu). Le procédé selon l'invention permet ainsi d'ajuster la vitesse du moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire pour compenser ces fluctuations et assurer un mouvement fluide. Le procédé selon l'invention utilise des outils de traitement du signal paramétrés dynamiquement sur la base du rapport inverse des rayons d'enroulement, lui-même lié au rapport des vitesses Ω_1 , Ω_2 de rotations réelles. Le procédé selon l'invention peut s'appliquer quelle que soit la longueur ou l'épaisseur de l'élément souple de protection 2. Le procédé selon l'invention peut s'appliquer quelle que soit la position de démarrage du dispositif d'entraînement 1. Le procédé selon l'invention peut s'appliquer également lorsque l'élément souple de protection 2 s'enroule uniquement sur l'arbre de commande d'enroulement 5, l'arbre de déroulement 6 ne jouant qu'un rôle d'entraînement (via une roue dentée par exemple). Le dispositif d'entraînement 1 à l'aide duquel est mis en œuvre le procédé selon l'invention peut comprendre un dispositif d'interface de communication 15 permettant une communication bidirectionnelle entre les modules de pilotage 31, 32 associés à l'un parmi les moteurs électriques M_1 , M_2 . Pour le procédé selon l'invention, il n'est pas nécessaire de connaître la position angulaire des moteurs électriques M_1 , M_2 mais seulement leur vitesse de rotation Ω_1 , Ω_2 et leur couple C_1 , C_2 de sortie, ou des grandeurs physiques qui en dépendent. L'un de deux modules de pilotage 31, 32 calcule la valeur de p puis le couple optimal moyen recherché auquel vient s'ajouter l'ondulation de compensation des fluctuations et détermine enfin les valeurs actualisées des tensions U_1' , U_2' de commande à appliquer sur chaque interface de puissance 39, 40. Ces données de sortie sont aussi échangées via l'interface de communication 15.

[0124] Pour les deux modes de réalisation décrits, selon une possibilité, les moteurs électriques M_1 , M_2 peuvent être des moteurs à courant continu à balais. Ainsi, comme les courants mesurés sont proportionnels aux couples C_1 , C_2 produits par les moteurs électriques M_1 , M_2 respectifs, l'algorithme employé lors de l'enchaînement du procédé peut être appliqué aux courants de consigne.

[0125] Les avantages de la présente invention consistent en ce qu'elle soit apte pour la mise en œuvre indépendamment des dimensions de l'élément souple de protection 2. En outre, le procédé est apte à être mis en œuvre indépendamment de la position de démarrage, ne nécessite pas de connaître la position angulaire des moteurs électriques M_1 , M_2 et permet de maintenir la tension de l'élément souple de protection 2 pendant la mise en œuvre du procédé.

Revendications

1. Procédé de pilotage d'un dispositif d'entraînement (1) d'un élément souple de protection (2), tel qu'une toile, une bande, un rideau ou un tablier d'un volet roulant, ledit dispositif d'entraînement (1) comprenant un arbre de commande d'enroulement (5) depuis lequel se déroule ledit élément souple de protection (2) dans un sens de déploiement (S1)

et sur lequel s'enroule ledit élément souple de protection (2) dans un sens de repliement (S2), un arbre de commande de déroulement (6) apte à agir sur l'élément souple de protection (2) en vue de son déroulement de l'arbre de commande d'enroulement (5), un premier moteur électrique (M_1), un deuxième moteur électrique (M_2) un dispositif de pilotage (16) apte à piloter une alimentation du premier moteur électrique (M_1) et à piloter une alimentation du deuxième moteur électrique (M_2), ledit arbre d'enroulement (5) étant apte à, dans un mode d'entraînement de l'arbre de commande d'enroulement (5), être entraîné par le deuxième moteur électrique (M_2) et/ou apte à, dans un mode de freinage de l'arbre de commande d'enroulement (5), être freiné par le deuxième moteur électrique (M_2), ledit arbre de commande de déroulement (6) étant apte à, dans un mode d'entraînement de l'arbre de commande de déroulement (6), être entraîné par le premier moteur électrique (M_1) et/ou apte à, dans un mode de freinage de l'arbre de commande de déroulement (6), être freiné par le premier moteur électrique (M_1), le procédé comprenant les étapes successives suivantes :

- a) dans une phase de démarrage, assigner à chacun des moteurs électriques (M_1 , M_2) une tension d'alimentation (U_1 , U_2) de démarrage, respectivement prédéfinie en fonction du sens de déploiement (S1) ou du sens de repliement (S2),
- b) déterminer, pour chacun des moteurs électriques (M_1 , M_2), une vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) respective à un instant (t),
- c) calculer le rapport (p) des vitesses instantanées déterminées (Ω_1 , Ω_2) respectivement à l'instant (t),
- d) assigner une tension d'alimentation corrigée (U'_1 , U'_2) respectivement à chacun des moteurs électriques (M_1 , M_2) correspondant à une vitesse de consigne (Ω_{C1} , Ω_{C2}) de ces moteurs électriques (M_1 , M_2) en fonction du rapport (p) des vitesses instantanées mesurées (Ω_1 , Ω_2), pour exercer sur l'élément souple de protection (2), entre l'arbre de commande d'enroulement (5) et l'arbre de commande de déroulement (6), une tension d'une valeur comprise dans une plage définie,
- e) reprendre le procédé à l'étape b) à intervalles de temps, préférentiellement réguliers.

2. Procédé de pilotage selon la revendication 1 **caractérisé en ce que**, les couples (C_1 , C_2) respectivement produits par les moteurs électriques (M_1 , M_2) sont déterminés, notamment au cours de l'étape b).

3. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, pour l'un ou l'autre des moteurs électriques (M_1 , M_2), la tension d'alimentation (U_1 , U_2) de démarrage est égale à une tension correspondant à une vitesse théorique (O_{V1} , O_{V2}) qu'emprunterait le moteur électrique (M_1 , M_2) respectif à vide.

4. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, dans l'étape a), la tension d'alimentation (U_1 , U_2) de démarrage est assignée à chacun des moteurs électriques (M_1 , M_2) jusqu'à ce qu'un état de tension de l'élément souple de protection (2) soit déterminé.

5. Procédé de pilotage selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**,

- quand ledit élément souple de protection (2) est déroulé dans un sens de déploiement (S1), l'état de tension de l'élément souple de protection (2) est déterminé lorsque, dans le mode d'entraînement de l'arbre de commande de déroulement (6), une différence entre la vitesse (Ω_1) du premier moteur électrique (M_1) déterminée et une vitesse de rotation à vide (Ω_{V1}) du premier moteur électrique (M_1) est inférieure à un premier seuil et/ou une différence entre la vitesse (Ω_2) du deuxième moteur électrique (M_2) déterminée et une vitesse de rotation à vide (Ω_{V2}) du deuxième moteur électrique (M_2) est supérieure à un deuxième seuil,
- et/ou quand ledit élément souple de protection (2) est enroulé dans le sens de repliement (S2), l'état de tension de l'élément souple de protection (2) est déterminé lorsque, dans le mode d'entraînement de l'arbre de commande d'enroulement (5), une différence entre la vitesse (Ω_2) du deuxième moteur électrique (M_2) déterminée et une vitesse de rotation à vide (Ω_{V2}) du deuxième moteur électrique (M_2) est inférieure à un troisième seuil et/ou une différence entre la vitesse (Ω_1) du premier moteur électrique (M_1) déterminée et une vitesse de rotation à vide (Ω_{V1}) du premier moteur électrique (M_1) est supérieure à un quatrième seuil.

6. Procédé de pilotage selon la revendication 2 prise en combinaison avec l'une quelconque des revendications 4 ou 5, **caractérisé en ce que**,

- quand ledit élément souple de protection (2) est déroulé dans un sens de déploiement (S1), l'état de tension de l'élément souple de protection (2) est déterminé lorsque, dans le mode d'entraînement de l'arbre de commande de déroulement (6), une différence entre le couple (C_1) du premier moteur électrique (M_1) déterminé et un couple à vide (C_{V1}) du premier moteur électrique (M_1) est supérieure à un cinquième seuil et/ou une différence

entre le couple (C_2) du deuxième moteur électrique (M_2) déterminé et un couple à vide (C_{V2}) du deuxième moteur électrique (M_2) est inférieure à un sixième seuil,

- et/ou quand ledit élément souple de protection (2) est enroulé dans le sens de repliement (S2), l'état de tension de l'élément souple de protection (2) est déterminé lorsque, dans le mode d'entraînement de l'arbre de commande d'enroulement (5), une différence entre le couple (C_2) du deuxième moteur électrique (M_2) déterminé et un couple à vide (C_{V2}) du deuxième moteur électrique (M_2) est supérieure à un septième seuil et/ou une différence entre le couple (C_1) du premier moteur électrique (M_1) déterminée et un couple à vide (C_{V1}) du premier moteur électrique (M_1) est inférieure à un huitième seuil.

7. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la vitesse de consigne (Ω_{C1} , Ω_{C2}) d'un des moteurs électriques (M_1 , M_2) parmi les moteurs électriques (M_1 , M_2) est choisie constante.

8. Procédé de pilotage selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la vitesse de consigne (Ω_{C1} , Ω_{C2}) d'un des moteurs électriques (M_1 , M_2) parmi les moteurs électriques (M_1 , M_2) est choisie égale à la vitesse nominale de ce moteur électrique (M_1 , M_2).

9. Procédé de pilotage selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) est déterminée en mesurant la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) à l'aide d'un capteur de vitesse.

10. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la vitesse de consigne (Ω_{C1} , Ω_{C2}) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire parmi les moteurs électriques (M_1 , M_2) est choisie en fonction du rapport (p) et en fonction de la vitesse de consigne du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement parmi les moteurs électriques (M_1 , M_2).

11. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 ou selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**, la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) est déterminée en mesurant la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) à l'aide d'un capteur de vitesse (35, 36).

12. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) mesurée est lissée par un filtre passe-bas.

13. Procédé de pilotage selon la revendication 5 ou selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, ledit dispositif de pilotage (16) comportant un premier module de pilotage (31) permettant le pilotage du premier moteur électrique (M_1) et un deuxième module de pilotage (32) permettant le pilotage du deuxième moteur électrique (M_2), chaque module de pilotage (31, 32) comprenant en outre un capteur de vitesse de rotation (35, 36) du moteur électrique (M_1 , M_2) respectif, ledit dispositif de pilotage (16) comportant en outre un dispositif d'interface de communication (15) permettant la communication entre les modules de pilotage (31, 32), procédé **caractérisé en ce que**

i) la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement est mesurée par le capteur de vitesse de rotation (35, 36) respectif,

ii) une première valeur représentant la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement est transférée par le dispositif d'interface de communication (15) du module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement au module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire et

iii) la vitesse de consigne (Ω_{C1} , Ω_{C2}) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire est choisie par le module de pilotage (31, 32) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire en fonction du rapport (p) et en fonction de la première valeur transmise au module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire,

les étapes i), ii) et iii) étant de préférence répétées à intervalles de temps réguliers.

14. Procédé de pilotage selon la revendication 13, chaque module de pilotage (31, 32) comprenant en outre un capteur de couple et/ou de courant (33, 34) du moteur électrique (M_1 , M_2) respectif, procédé **caractérisé en ce que**,

dans l'étape i), le couple (C_1 , C_2) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement est en outre mesuré par le capteur de couple et/ou de courant (33, 34) respectif,

dans l'étape ii), une deuxième valeur représentant le couple (C_1 , C_2) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement est en outre transférée par le dispositif d'interface de communication (15) du module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement au

module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire et dans l'étape iii), la vitesse de consigne (Ω_{C1} , Ω_{C2}) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire est en outre choisie par le module de pilotage (31, 32) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire en fonction de la deuxième valeur transmise au module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire.

15. Procédé de pilotage selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les étapes i), ii) et iii) sont répétées à intervalles de temps réguliers, **caractérisé en outre en ce que**

dans l'étape i), une moyenne d'une pluralité de couples (C_1 , C_2) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement mesurés lors de mise en œuvre précédentes de l'étape i) par le capteur de couple et/ou de courant (33, 34) respectif est déterminée, dans l'étape ii), une troisième valeur représentant la moyenne de couples du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement est en outre transférée par le dispositif d'interface de communication (15) du module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement au module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire et dans l'étape iii), la vitesse de consigne (Ω_{C1} , Ω_{C2}) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire est en outre choisie par le module de pilotage (31, 32) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire en fonction de la troisième valeur transmise au module de pilotage (31, 32) associé au moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire.

16. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) et/ou le couple (C_1 , C_2) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire est mesuré par le capteur de vitesse de rotation (35, 36) et/ou le capteur de couple et/ou de courant (33, 34) respectif, la vitesse de consigne (Ω_{C1} , Ω_{C2}) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire étant, dans l'étape iii), en outre choisie en fonction de la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) et/ou le couple (C_1 , C_2) mesuré du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur auxiliaire.

17. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation (Ω_1 , Ω_2) du moteur électrique (M_1 , M_2) agissant comme moteur d'entraînement mesurée par le capteur de vitesse de rotation (35, 36) respectif lors de la mise en œuvre de l'étape i) est filtrée par un filtre passe-bas, dont une fréquence de coupure et un gain sont de préférence ajustés en fonction de l'inverse du rapport (p) afin d'obtenir que l'atténuation et le déphasage d'un signal provenant du capteur de vitesse de rotation (35, 36) respectif soit constant ou quasi-constant.

18. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, **caractérisé en ce qu'il** comporte, suite à l'étape iii) en outre l'étape suivante :
iv) la vitesse de consigne Ω_{C1} , Ω_{C2} à appliquer au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement est transférée en retour par le dispositif d'interface de communication 15 du module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur auxiliaire au module de pilotage 31, 32 associé au moteur électrique M_1 , M_2 agissant comme moteur d'entraînement.

19. Dispositif d'entraînement d'un élément souple de protection (2), tel qu'un volet roulant, une toile, une bande, un rideau ou un tablier, ledit dispositif d'entraînement (1) comprenant un arbre de commande d'enroulement (5) depuis lequel se déroule ledit élément souple de protection (2) dans un sens de déploiement (S1) et sur lequel s'enroule ledit élément souple de protection (2) dans un sens de repliement (S2), un arbre de commande de déroulement (6) apte à agir sur l'élément souple de protection (2) en vue de son déroulement de l'arbre de commande d'enroulement (5), un premier moteur électrique (M_1), un deuxième moteur électrique (M_2) un dispositif de pilotage (16) apte à piloter une alimentation du premier moteur électrique (M_1) et à piloter une alimentation du deuxième moteur électrique (M_2), ledit arbre d'enroulement (5) étant apte à, dans un mode d'entraînement de l'arbre de commande d'enroulement (5), être entraîné par le deuxième moteur électrique (M_2) et/ou apte à, dans un mode de freinage de l'arbre de commande d'enroulement (5), être freiné par le deuxième moteur électrique (M_2), ledit arbre de commande de déroulement (6) étant apte à, dans un mode d'entraînement de l'arbre de commande de déroulement (6), être entraîné par le premier moteur électrique (M_1) et/ou apte à, dans un mode de freinage de l'arbre de commande de déroulement (6), être freiné par le premier moteur électrique (M_1), ledit dispositif d'entraînement configuré pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.

20. Dispositif d'entraînement selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** chacun des moteurs électriques (M_1 ,

M_2) est pourvu d'un capteur de vitesse apte à mesurer la vitesse de rotation du moteur électrique (M_1 , M_2) respectif.

21. Dispositif d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce que** chacun des moteurs électriques (M_1 , M_2) est pourvu d'un capteur de couple apte à mesurer le couple mécanique développé par le moteur électrique (M_1 , M_2) respectif, ou **en ce que** chacun des moteurs électriques (M_1 , M_2) est pourvu d'un capteur de courant, apte à mesurer l'intensité du courant parcourant le moteur électrique (M_1 , M_2) respectif.

5

10

15

20

25

30

35

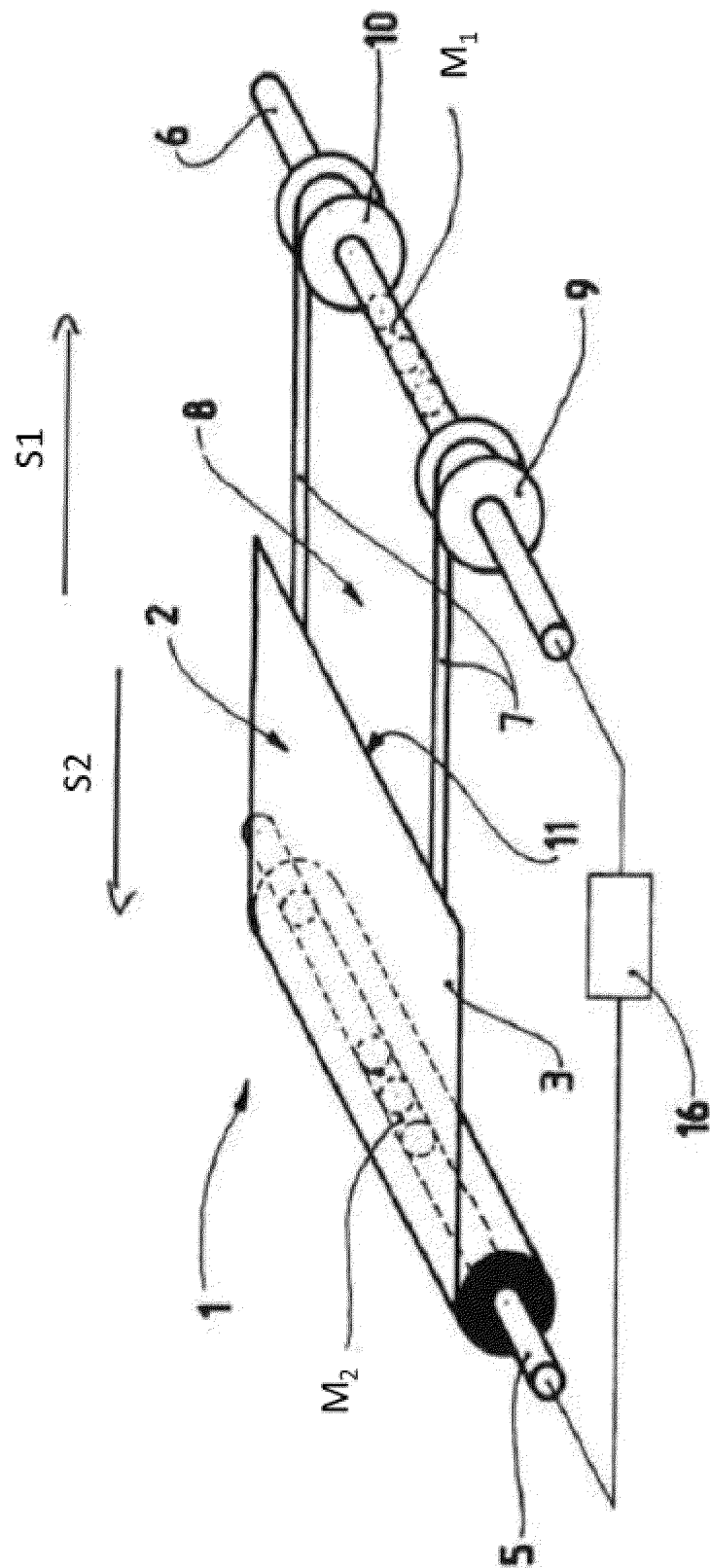
40

45

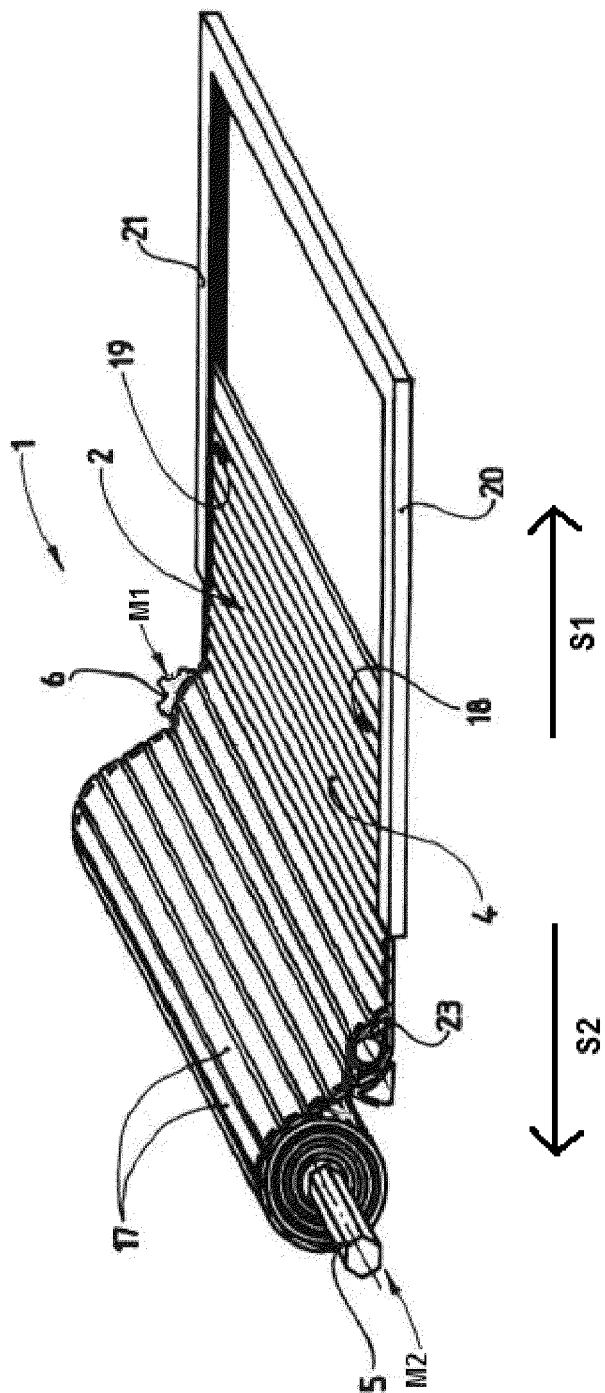
50

55

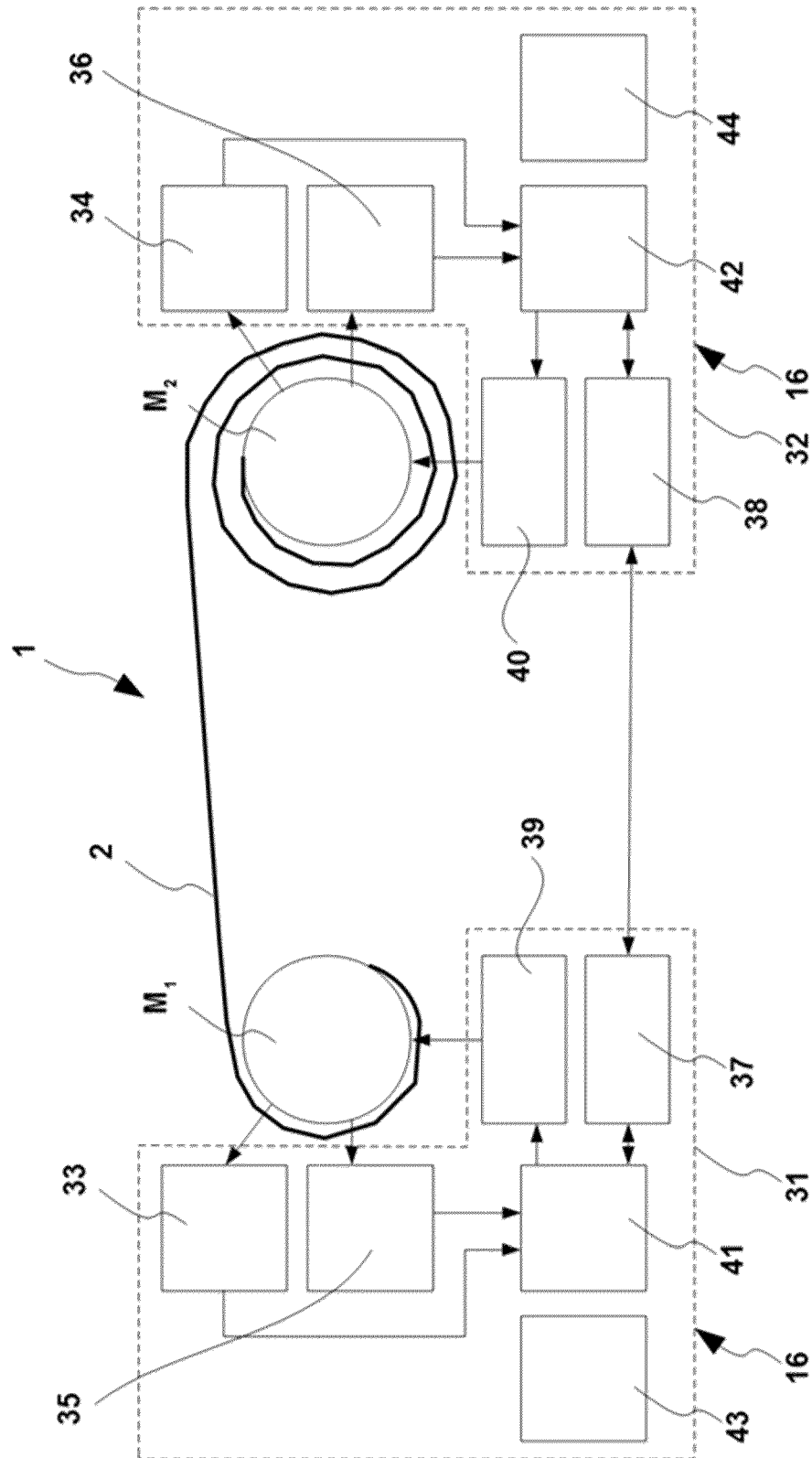
[Fig. 1]



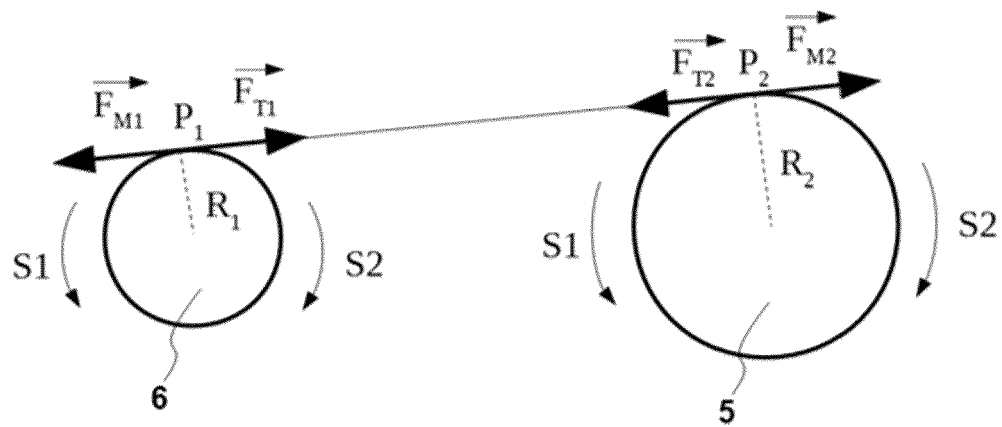
[Fig. 2]



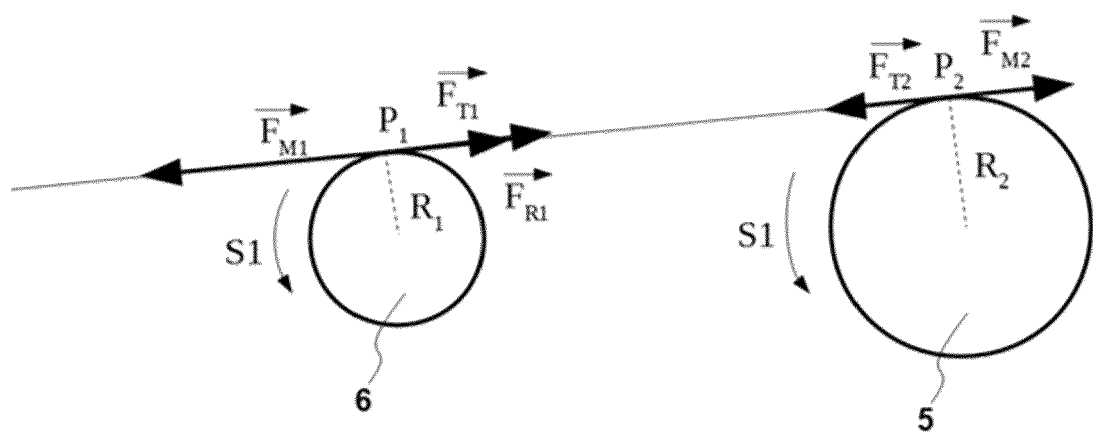
[Fig. 3]



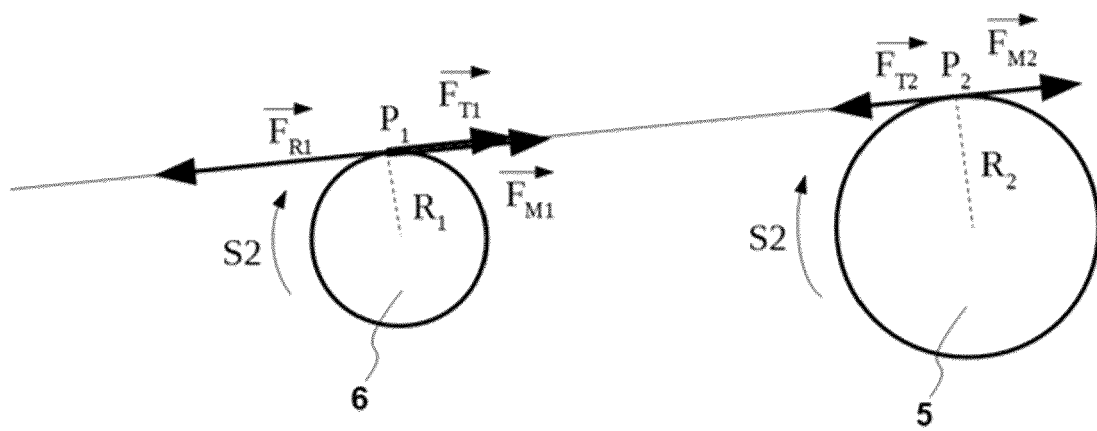
[Fig. 4a]



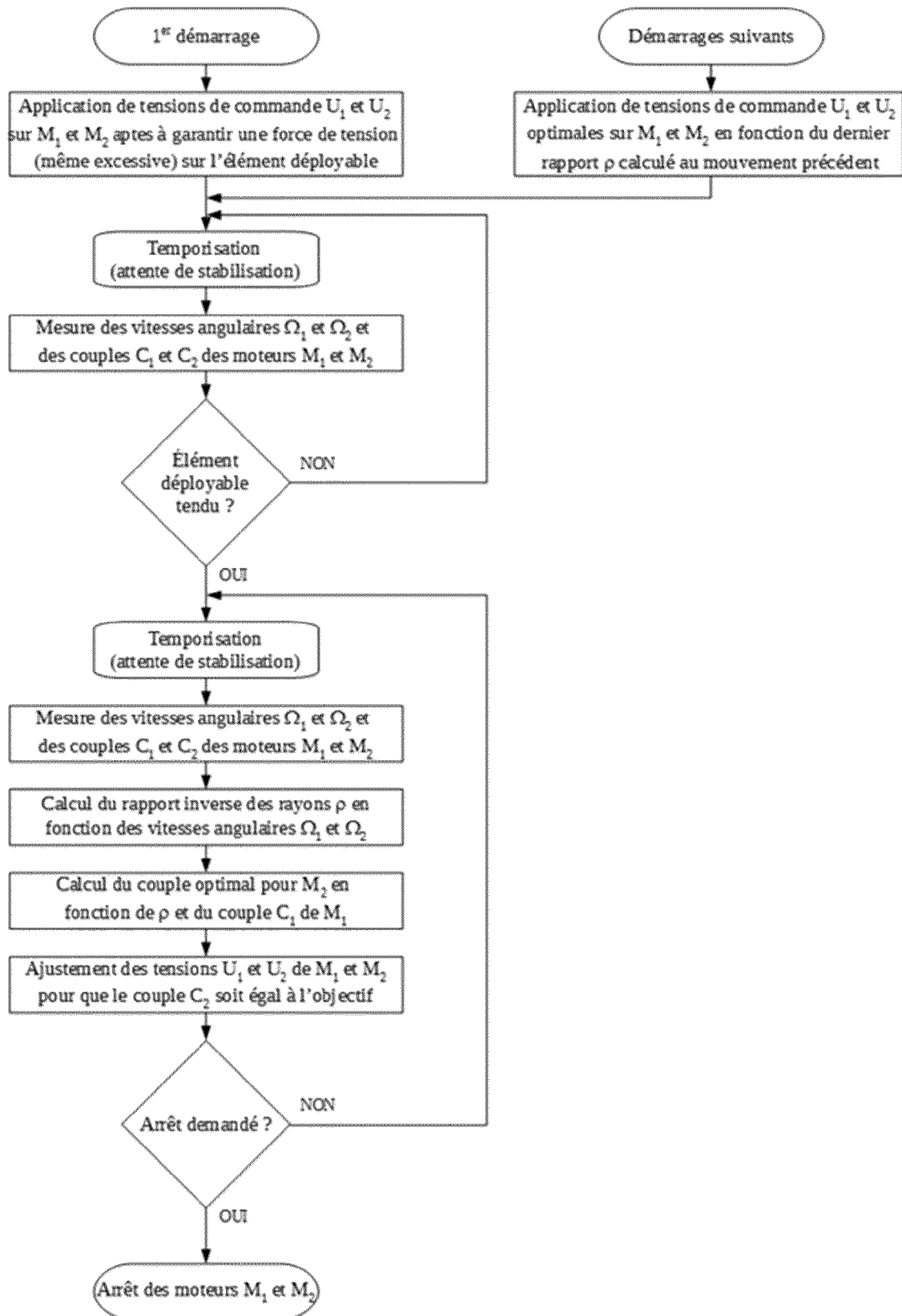
[Fig. 4b]



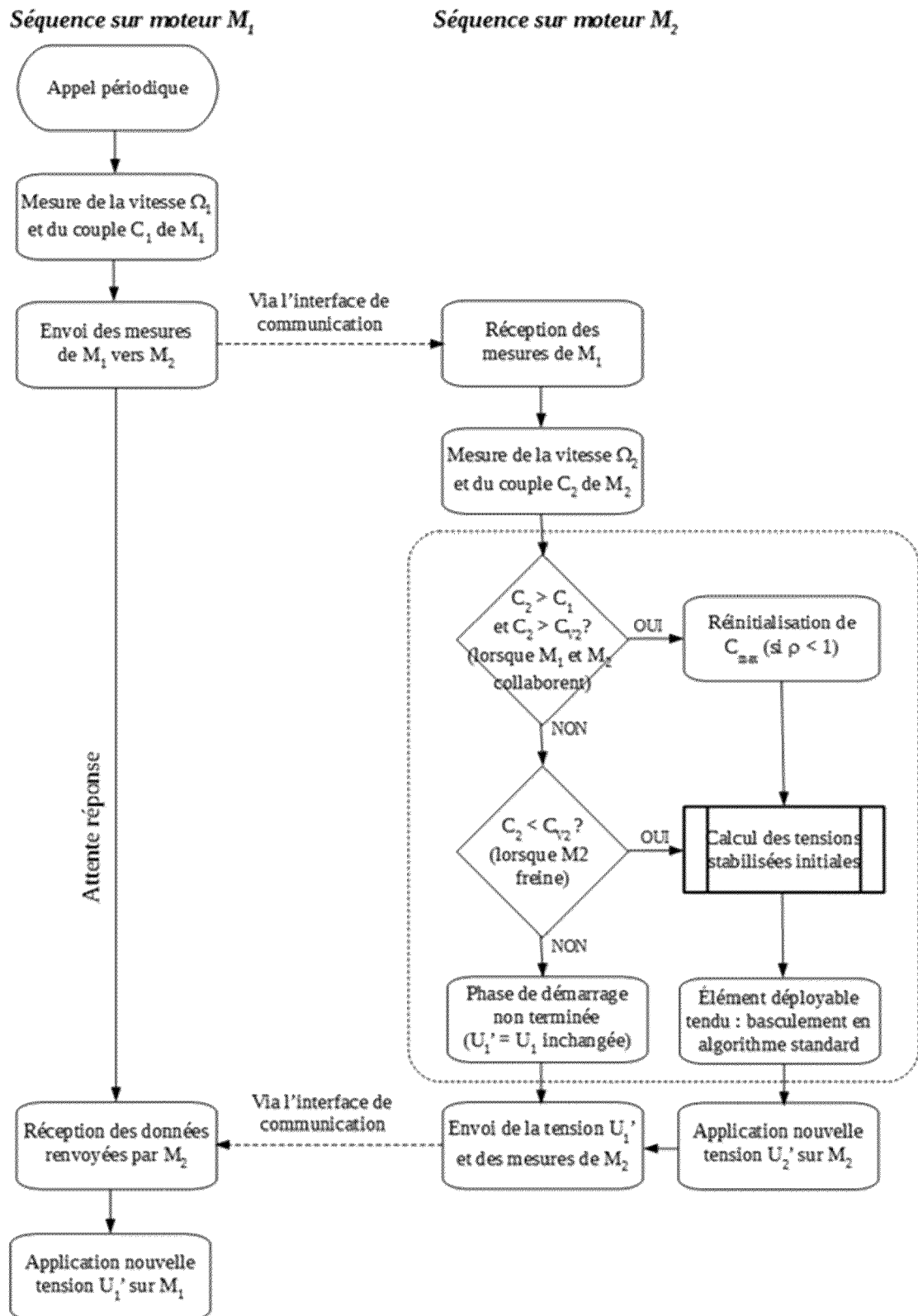
[Fig. 4c]



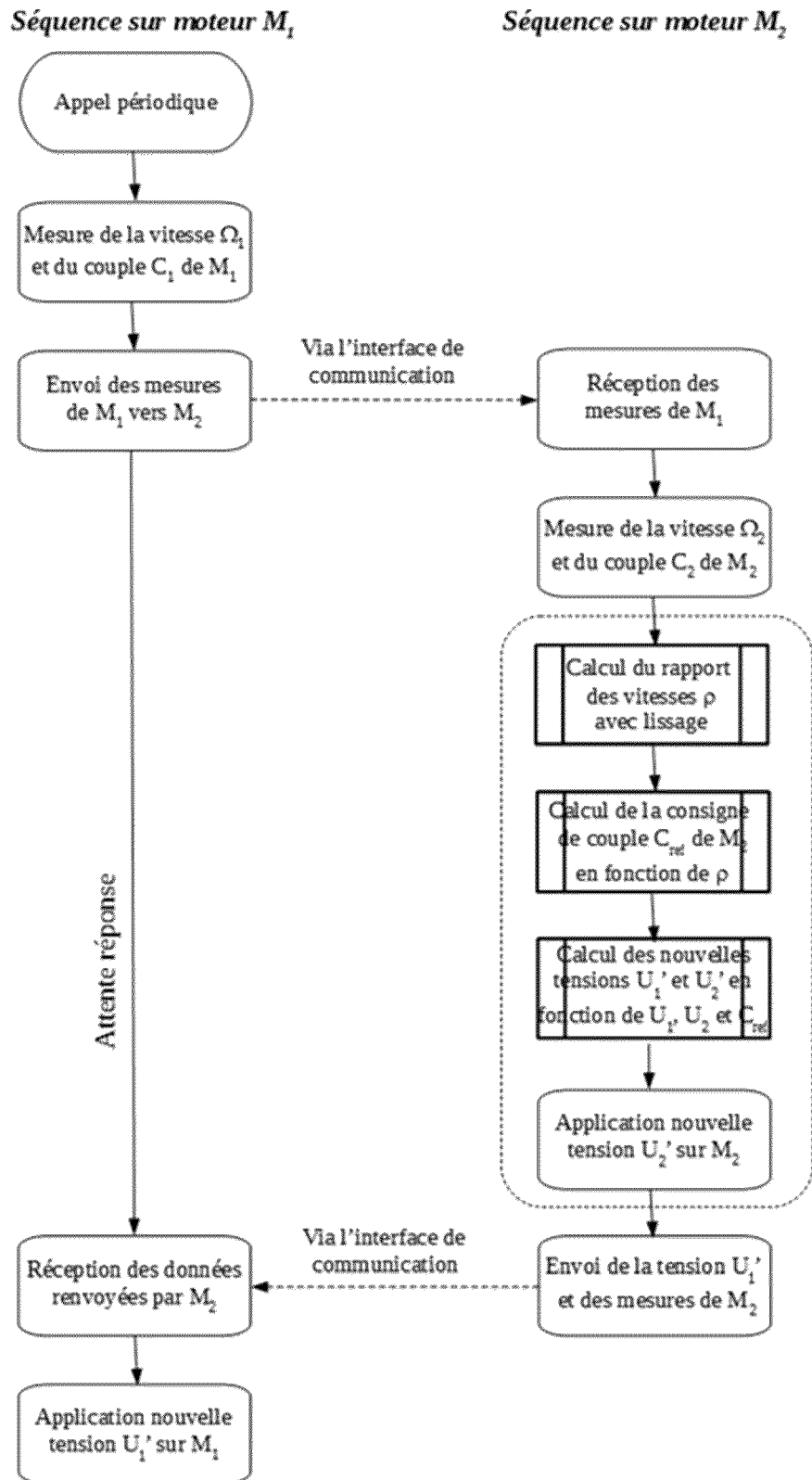
[Fig. 5]



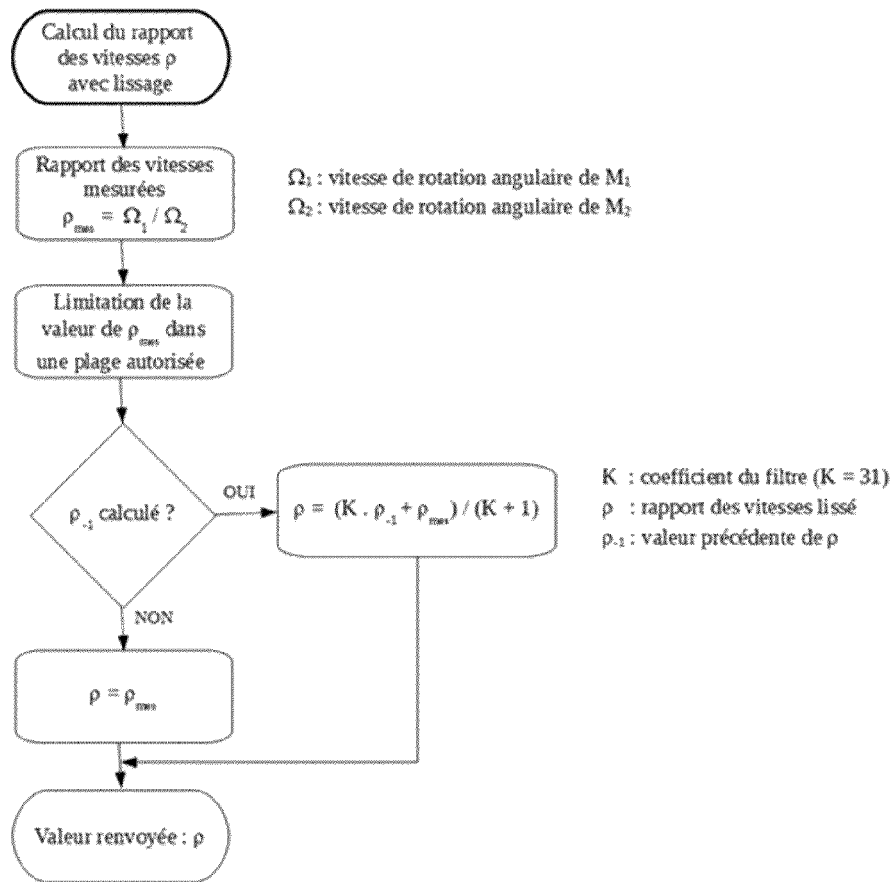
[Fig. 6]



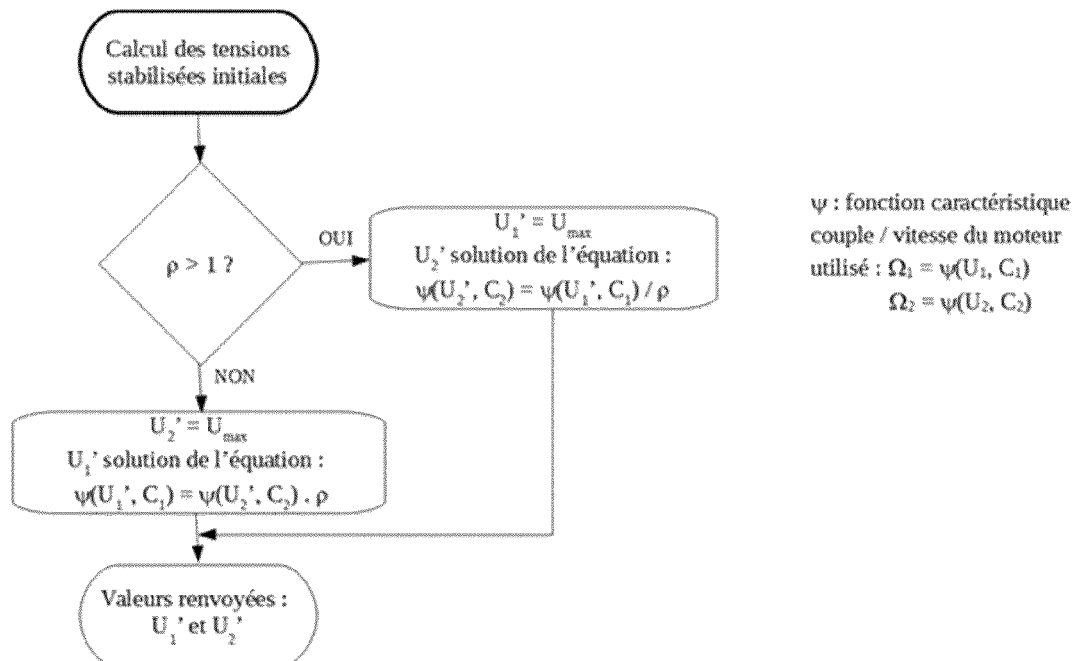
[Fig. 7]



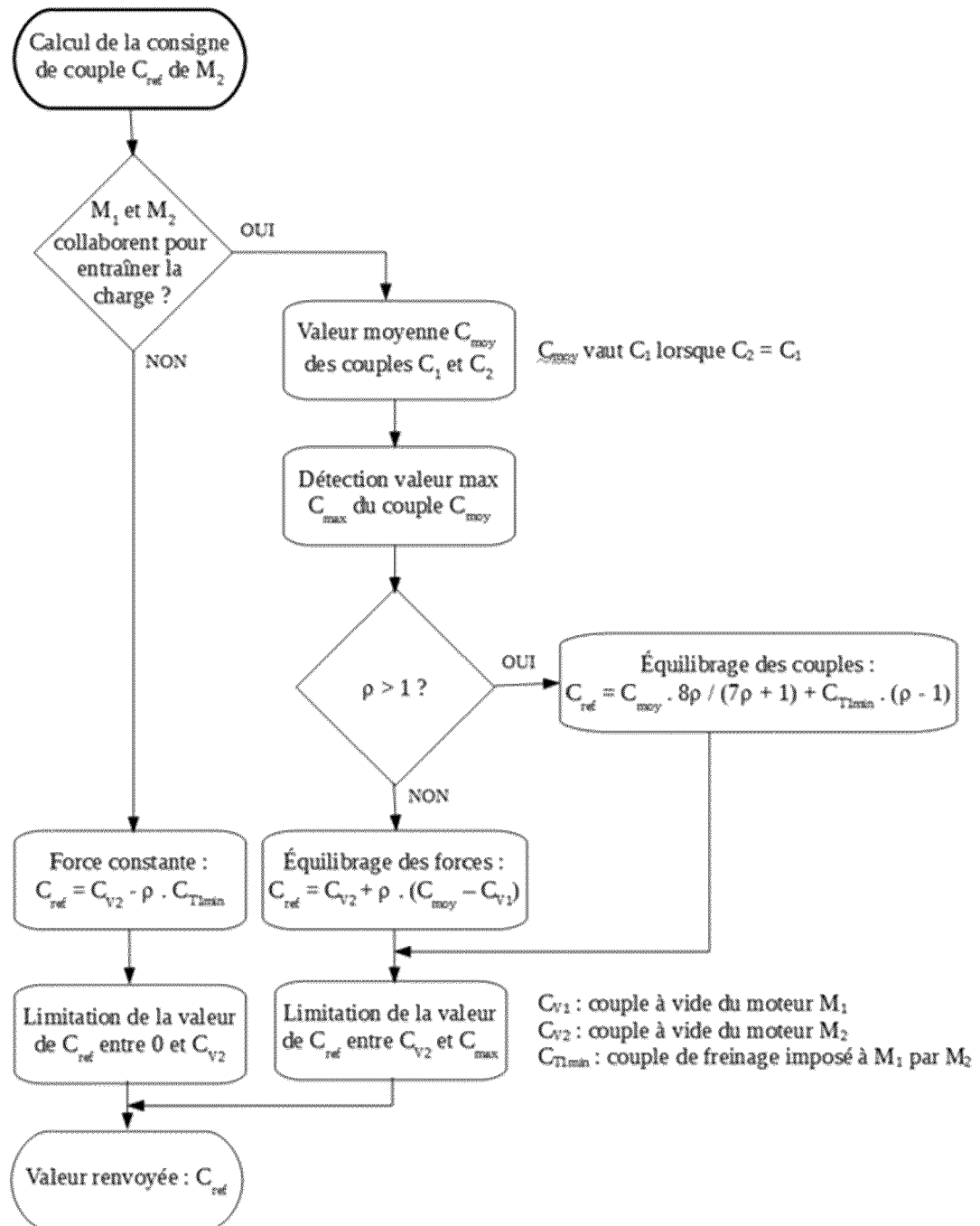
[Fig. 8a]



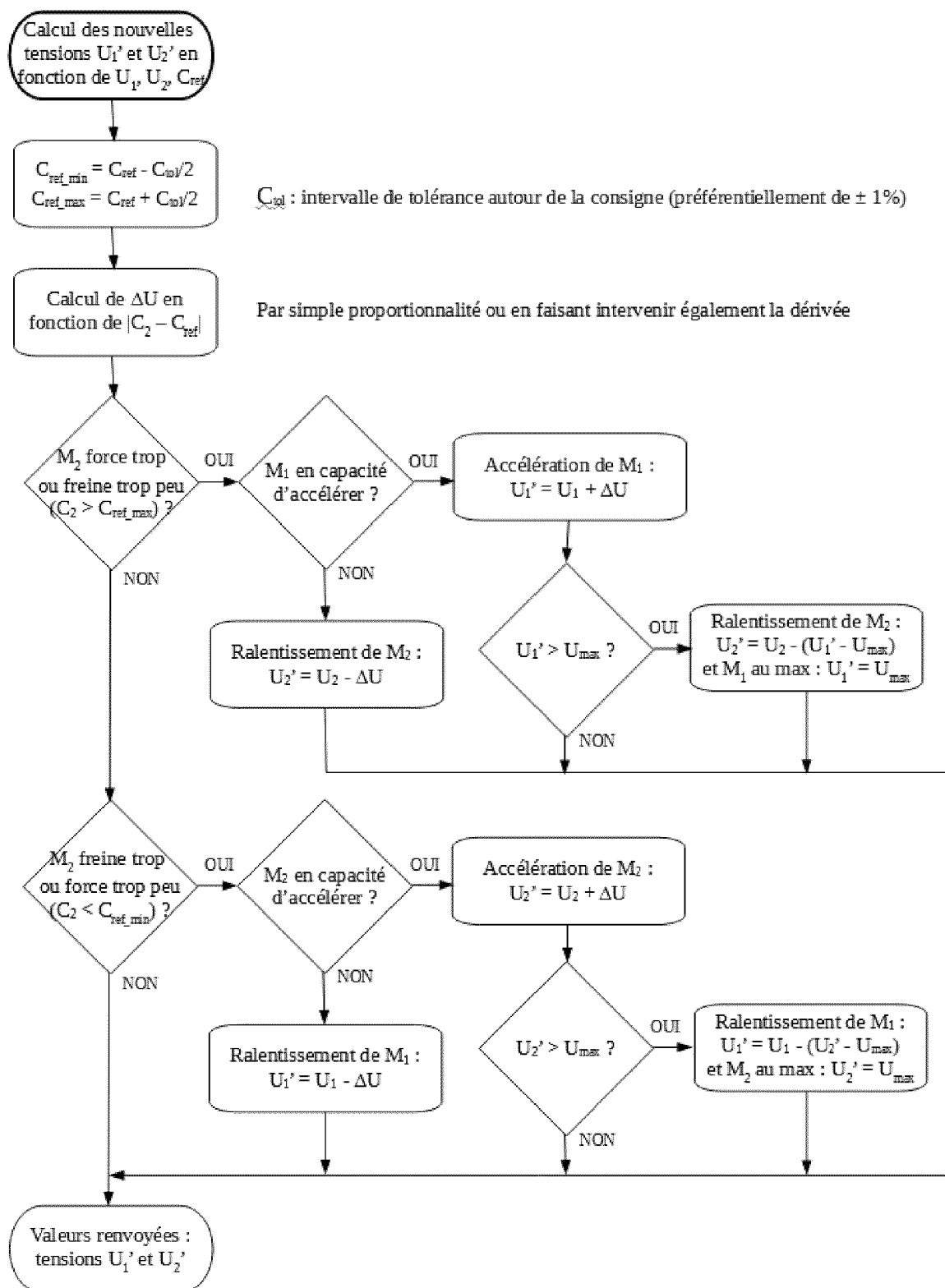
[Fig. 8b]



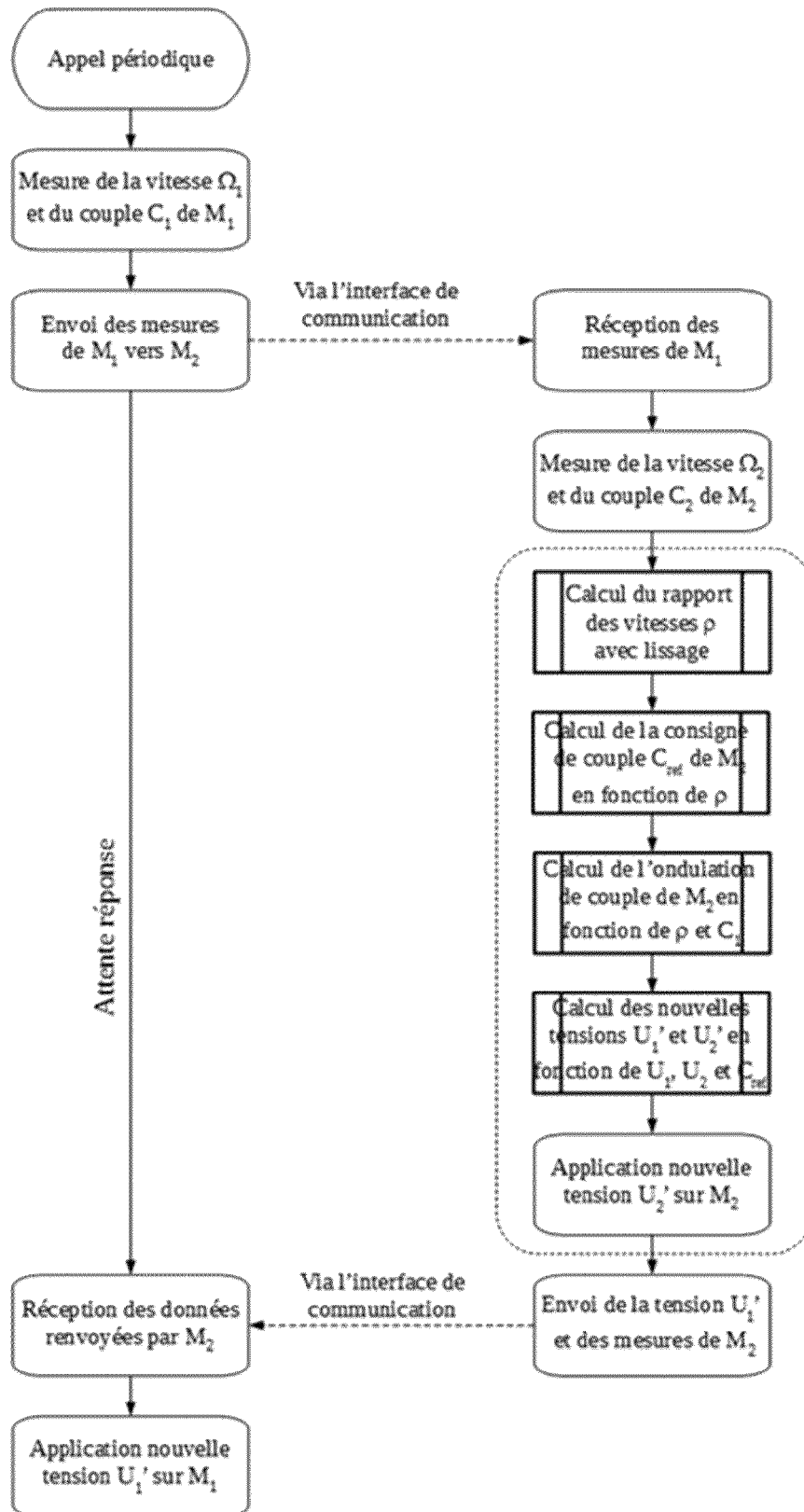
[Fig. 9]



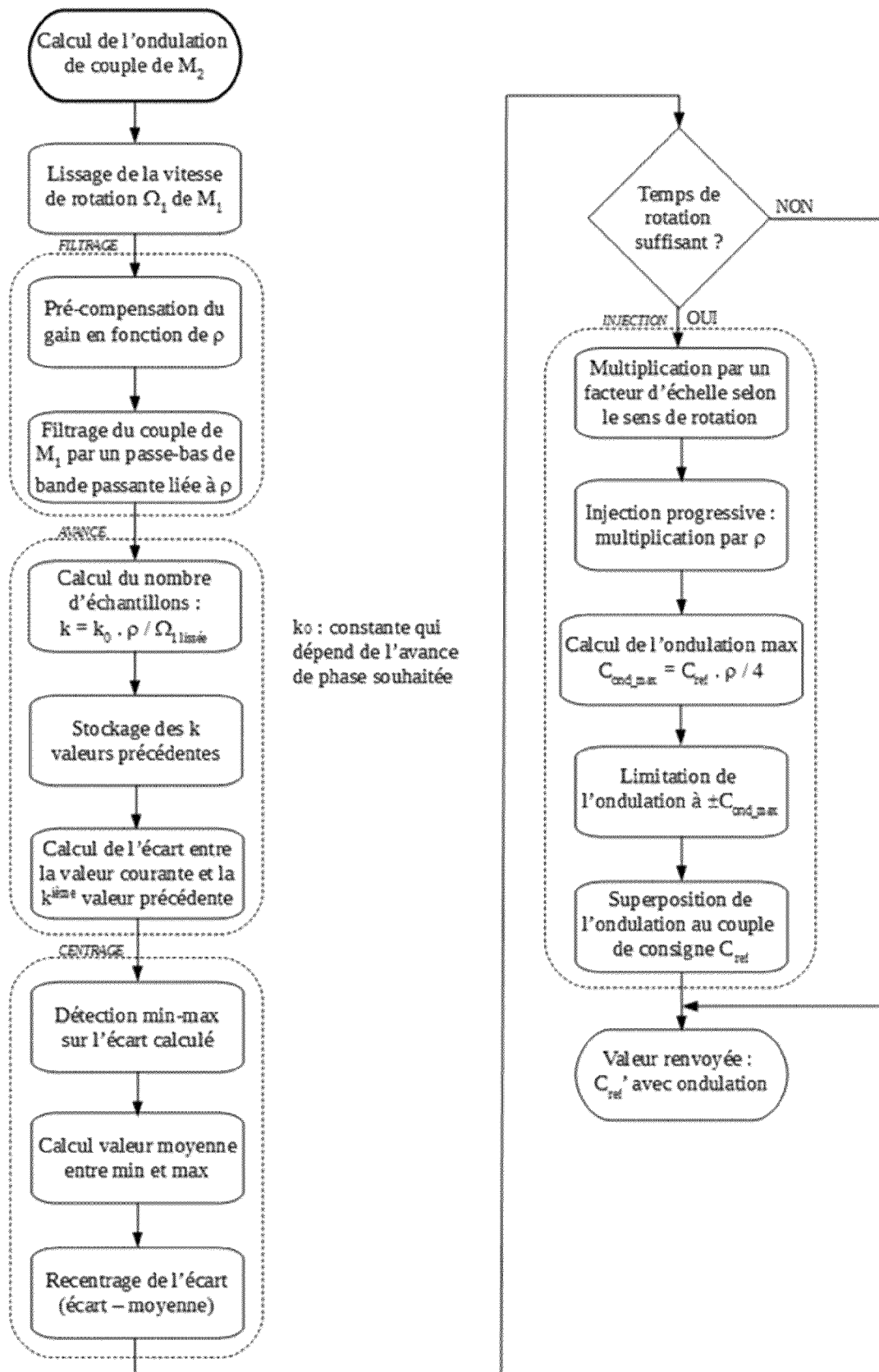
[Fig. 10]



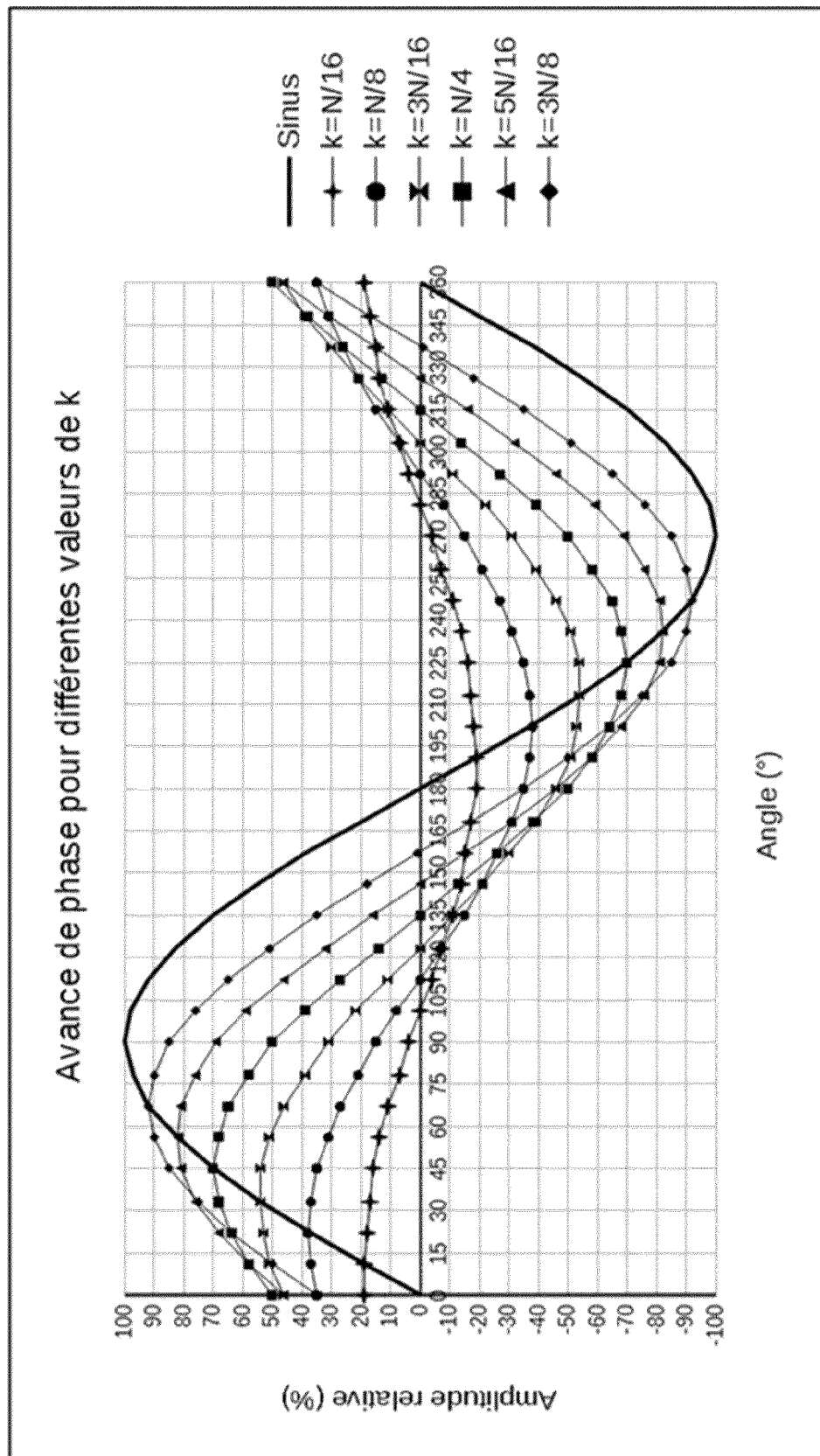
[Fig. 11]

*Séquence sur moteur M1**Séquence sur moteur M2*

[Fig. 12]



[Fig. 13]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 19 4914

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A, D	EP 0 645 518 A1 (BUBENDORFF SA [FR]) 29 mars 1995 (1995-03-29) * page 10, ligne 21 - page 12, ligne 35; figures 1, 2 *	1-21	INV. E06B9/68
A	JP H09 112161 A (TAKENAKA KOMUTEN CO; TACHIKAWA BLIND MFG) 28 avril 1997 (1997-04-28) * alinéas [0009] - [0017], [0022]; revendication 1; figures 1, 2a, 2b *	1-21	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E06B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		11 janvier 2023	Kofoed, Peter
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 22 19 4914

5 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.

11-01-2023

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	EP 0645518	A1	29-03-1995	AT 147475 T 15-01-1997
			DE 69401410 T2 19-06-1997	
			EP 0645518 A1 29-03-1995	
			ES 2098113 T3 16-04-1997	
			FR 2710685 A1 07-04-1995	
			US 5547009 A 20-08-1996	

20	JP H09112161	A	28-04-1997	JP 3561749 B2 02-09-2004
			JP H09112161 A 28-04-1997	

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 0452120 [0008] [0009]
- EP 0645518 A [0012]