



(11) **EP 2 337 758 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.06.2017 Bulletin 2017/25

(51) Int Cl.:
B66B 1/28 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09821619.5**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2009/063334

(22) Date de dépôt: **13.10.2009**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2010/046275 (29.04.2010 Gazette 2010/17)

(54) **PROCEDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'UNE CHARGE DE LEVAGE**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG EINER HEBELADUNG

METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING A LIFT LOAD

(84) Etats contractants désignés:
**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 SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **22.10.2008 FR 0857167**

(43) Date de publication de la demande:
29.06.2011 Bulletin 2011/26

(73) Titulaire: **Schneider Toshiba Inverter Europe SAS
27120 Pacy sur Eure (FR)**

(72) Inventeurs:
• **MALRAIT, François
F-27120 Jouy Sur Eure (FR)**

• **CAPITANEANU, Stéfan
F-27220 Mousseaux Neuville (FR)**

(74) Mandataire: **Dufresne, Thierry et al
Schneider Electric Industries SAS
Service Propriété Industrielle
35 rue Joseph Monier - CS 30323
92506 Rueil-Malmaison Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**DE-B- 1 100 898 DE-T5- 10 296 269
GB-A- 1 560 348**

EP 2 337 758 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un procédé de commande mis en oeuvre dans un variateur de vitesse pour commander une charge de levage tel qu'un ascenseur. L'invention concerne également un variateur de vitesse susceptible de mettre en oeuvre ledit procédé.

[0002] Le profil de commande d'une charge de levage tel qu'un ascenseur qui se déplace entre des étages comporte en règle générale les étapes principales suivantes:

- une accélération jusqu'à une première vitesse,
- la réception d'un ordre de décélération lorsque l'ascenseur a atteint un certain niveau, cet ordre pouvant être donné lors du passage de l'ascenseur devant un capteur externe,
- une première décélération jusqu'à une seconde vitesse inférieure à la première vitesse,
- la réception d'un ordre d'arrêt lorsque l'ascenseur est proche de l'étage d'arrivée, cet ordre pouvant également être donné lors du passage de l'ascenseur devant un second capteur,
- une seconde décélération jusqu'à l'arrêt.

[0003] Selon la durée pour atteindre la première vitesse suite à l'accélération et la durée pour atteindre la seconde vitesse suite à la première décélération, le profil peut également comporter une étape de maintien de la vitesse de l'ascenseur à la première vitesse avant la première décélération et une étape de maintien à la seconde vitesse avant la seconde décélération.

[0004] La première vitesse est réglée pour être la vitesse maximale à atteindre par l'ascenseur lors d'un trajet entre deux étages séparés de plusieurs niveaux. Or lorsque l'ascenseur doit effectuer un trajet plus court, par exemple entre deux étages séparés d'un seul niveau, cette vitesse maximale n'est souvent jamais atteinte. Dans une telle situation l'ascenseur est tout de même commandé selon le profil de commande défini ci-dessus. L'ascenseur reçoit donc l'ordre de décélération avant d'avoir atteint sa vitesse maximale et débute donc la première décélération plus tôt selon un même profil de vitesse que si la vitesse maximale avait été atteinte. Or, au moment de la réception de l'ordre de décélération, l'ascenseur n'a parcouru qu'une faible distance. Pendant toute la distance restante avant la réception de l'ordre d'arrêt, l'ascenseur se déplace donc à basse vitesse. La durée passée par l'ascenseur à la basse vitesse est donc très longue.

[0005] Le brevet GB1560348 décrit une solution permettant de palier ce problème. Ce document décrit l'application d'un premier profil de vitesse à un ascenseur, ce profil comportant une accélération jusqu'à atteindre une vitesse maximale, suivie d'une première décélération jusqu'à un palier à basse vitesse avant une nouvelle décélération jusqu'à l'arrêt. Lorsque l'ordre de freinage qui commande la première décélération intervient alors que la vitesse maximale n'a pas été atteinte, ce document propose l'introduction d'un second profil de vitesse permettant de décaler le début de la première décélération. Le nouvel instant de freinage intervient à l'intersection entre les deux profils de vitesse. Dans ce document de l'état de la technique, le but est ainsi de récupérer la distance perdue à cause de l'apparition trop prématurée de l'ordre de décélération en poursuivant l'accélération jusqu'à une nouvelle vitesse suivant la rampe d'accélération initiale. Cependant, en conservant la rampe d'accélération initiale pour atteindre la nouvelle vitesse, la distance restant à parcourir sera respectée mais pas la durée.

[0006] Le document EP0826621 décrit pour sa part une méthode pour ajuster la basse vitesse d'une cabine d'ascenseur en appliquant une fréquence de compensation dans la commande.

[0007] Le but de l'invention est de proposer un procédé de commande permettant de minimiser le temps passé à basse vitesse lorsque l'ascenseur effectue un trajet tel qu'il reçoit l'ordre de décélération avant d'avoir atteint sa vitesse maximale.

[0008] Ce but est atteint par un procédé de commande tel que défini dans la revendication 1.

[0009] Selon une autre particularité, entre l'étape de décélération et l'étape d'arrêt, le second profil de commande comporte une étape de maintien de la vitesse de la charge à une troisième vitesse inférieure à la deuxième vitesse.

[0010] Selon une autre particularité, à l'issue de l'étape de décélération, le second profil de commande comporte une étape de réception d'un ordre d'arrêt.

[0011] Selon une autre particularité, après réception de l'ordre d'arrêt, le second profil de commande comporte une étape de décélération jusqu'à l'arrêt.

[0012] Selon une autre particularité, l'ordre de décélération ou l'ordre d'arrêt est envoyé par un capteur externe apte à détecter le passage de la charge de levage ou peut être envoyé par un automate connecté au variateur de vitesse.

[0013] L'invention concerne également un variateur de vitesse tel que défini dans la revendication 7.

[0014] Selon une autre particularité, le variateur de vitesse comporte des moyens pour maintenir la vitesse de la charge à une troisième vitesse inférieure à la deuxième vitesse.

[0015] Selon une autre particularité, le second profil de commande comporte une réception d'un ordre d'arrêt.

[0016] Selon une autre particularité, le second profil de commande comporte une décélération jusqu'à l'arrêt suite à

la réception de l'ordre d'arrêt.

[0017] Selon une autre particularité, le variateur est connecté à un capteur externe apte à envoyer l'ordre de décélération ou l'ordre d'arrêt lorsque qu'il détecte le passage de la charge de levage. En variante, le variateur peut être connecté à un automate programmable apte à envoyer l'ordre de décélération ou l'ordre d'arrêt.

[0018] D'autres caractéristiques et avantages vont apparaître dans la description détaillée qui suit en se référant à un mode de réalisation donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1A et 1B représentent respectivement un profil de vitesse et son profil de position correspondant suivis par un ascenseur se déplaçant entre deux étages en atteignant sa vitesse maximale,
- les figures 2A et 2B représentent respectivement un profil de vitesse et son profil de position correspondant suivis par un ascenseur se déplaçant entre deux étages sans atteindre sa vitesse maximale et sans application du procédé de commande de l'invention,
- les figures 3A et 3B représentent respectivement un profil de vitesse et son profil de position correspondant suivis par un ascenseur se déplaçant entre deux étages sans atteindre sa vitesse maximale et avec application du procédé de commande de l'invention.

[0019] Comme déjà décrit précédemment, en référence à la figure 1B, un profil de commande classique appliqué dans un variateur de vitesse pour commander une charge de levage telle qu'un ascenseur à l'aide d'un moteur électrique comporte les étapes principales suivantes :

- réception d'un ordre de départ pour déplacer l'ascenseur d'un étage à un autre,
- accélération selon une rampe d'accélération RA jusqu'à atteindre une vitesse maximale ω_R ,
- réception d'un ordre de décélération (FLG1) par exemple à l'aide d'un premier capteur externe placé sur le trajet de l'ascenseur,
- décélération selon une rampe de décélération RD jusqu'à atteindre une basse vitesse ω_L ,
- réception d'un ordre d'arrêt (FLG2) par exemple à l'aide d'un second capteur externe placé sur le trajet de l'ascenseur,
- décélération selon une rampe d'arrêt RS jusqu'à l'arrêt complet de l'ascenseur à l'étage voulu.

[0020] Chaque capteur externe est disposé sur le trajet de l'ascenseur à une certaine distance avant l'étage d'arrivée souhaité pour respecter les distances de décélération et d'arrêt.

[0021] Ce type de profil de commande est mis en oeuvre en tenant compte de contraintes liées au confort de l'utilisateur. En effet, ce profil de commande doit être appliqué de manière confortable pour l'utilisateur ce qui implique l'application de rampes non linéaires. Pour cela, deux principes sont généralement appliqués :

- chaque rampe (accélération, décélération, arrêt) doit être appliquée suivant une accélération faible, au plus égale à $0,5 \text{ m/s}^2$,
- les impulsions ou arrondis (jerk en anglais) en début et en fin de chaque rampe doivent être limitées, par exemple à une valeur comprise entre $0,2$ et $0,5 \text{ m/s}^3$.

[0022] Le profil de commande défini ci-dessus est idéal lorsque l'ascenseur se déplace de plusieurs niveaux car l'ascenseur dispose alors d'un temps suffisant pour atteindre sa vitesse maximale ω_R avant la réception de l'ordre de décélération (FLG1). En revanche, lorsque l'ascenseur effectue un trajet court entre deux étages, par exemple séparés d'un seul niveau, l'ordre de décélération (FLG1) peut être reçu avant que l'ascenseur n'ait eu le temps d'atteindre sa vitesse maximale ω_R . Dans ce cas, si l'ascenseur continue d'accélérer après la réception de l'ordre de décélération (FLG1), les distances d'arrêt à l'étage souhaité ne pourront pas être respectées ou si l'ascenseur est commandé en décélération selon le profil de commande défini ci-dessus, la basse vitesse ω_L sera atteinte très tôt et l'ascenseur sera donc amené à se déplacer très lentement à cette basse vitesse ω_L pour atteindre l'étage voulu comme représenté sur les figures 2A et 2B.

[0023] Selon l'invention, lorsque le variateur de vitesse reçoit l'ordre de décélération (FLG1) alors que l'ascenseur est à une vitesse courante inférieure à sa vitesse maximale ω_R , le variateur détermine une deuxième vitesse ω_R^{opt} inférieure à la vitesse maximale ω_R et supérieure à sa vitesse courante, cette deuxième vitesse étant une vitesse optimale jusqu'à laquelle l'ascenseur peut continuer d'accélérer pour minimiser le temps de parcours jusqu'à l'arrêt tout en respectant les distances d'arrêt (voir figures 3A et 3B). Le principe de l'invention consiste donc à chercher une fonction du temps telle que :

5

$$\begin{cases} \theta = f(t) \\ \omega = f'(t) \\ \gamma = f''(t) \\ j = f'''(t) \end{cases}$$

10 [0024] Dans laquelle ω est désignée comme la vitesse courante de la charge, θ la position courante de la charge, γ représente l'accélération de la charge et j représente l'impulsion ("jerk") de la charge.

[0025] Cette fonction f devra respecter les contraintes suivantes

15

$$: \begin{cases} 0 = f(0) & \theta_{Dd} = f(t_D) \\ \omega_0 = f'(0) & \omega_L = f'(t_D) \\ \gamma_0 = f''(0) & 0 = f''(t_D) \\ & 0 = f'''(t_D) \end{cases} \quad \text{et } |\gamma| < \gamma_{MAX}, j < j_{MAX}$$

20

[0026] (ω_0, γ_0) représente le point de trajectoire au moment de la réception de l'ordre de décélération, $(\omega_L, 0)$ représente le point à atteindre de la trajectoire et θ_{Dd} la distance à parcourir pendant le mouvement de décélération, entre la vitesse maximale et la basse vitesse. t_D représente pour sa part le temps de décélération

[0027] Le couple (ω_0, γ_0) est obtenu par la position courante de la trajectoire.

25 [0028] La distance θ_{Dd} est connue car il s'agit de la distance parcourue lors de la première décélération. Si cette distance θ_{Dd} est respectée par le profil de commande, les contraintes de distance d'arrêt le seront également.

[0029] Si nous ajoutons un paramètre connu de temps T_R correspondant à un temps de palier à la vitesse maximale atteinte par l'ascenseur, la résolution consiste à partir de toutes les données connues $(\omega_0, \gamma_0, \theta_{Dd}, T_R)$ à calculer une vitesse maximale optimale ω_R^{opt} à atteindre qui minimise le temps total du mouvement.

30 [0030] Par définition, la vitesse maximale optimale est définie par $\omega_R^{opt} = f'(t_R)$, où t_R est tel que $f''(t_R) = 0$.

[0031] Deux exemples sont traités ci-après pour modéliser la fonction f définie ci-dessus.

[0032] Le premier exemple consiste à déterminer la vitesse optimale ω_R^{opt} , en considérant par exemple le profil de commande suivant, linéaire par morceaux en accélération (voir figure 1B) :

- 35
- accélération γ_A pendant le temps T_A suivant une rampe d'accélération RA,
 - maintien à la vitesse ω_R pendant un temps de palier T_P ,
 - accélération γ_D pendant le temps T_D suivant une rampe de décélération RD,
 - maintien à la basse vitesse ω_L pendant un temps T_L afin de parcourir la distance restante jusqu'à l'arrêt.

40 [0033] Le calcul de la vitesse optimale ω_R^{opt} se fait en respect des grandeurs d'accélération et d'impulsions pour maintenir un niveau de confort. Il se peut que le calcul de la vitesse optimale modifie les grandeurs d'accélération et d'impulsion comparées à la trajectoire initiale.

[0034] Dans ce premier exemple, nous considérons que la rampe d'accélération pour atteindre la vitesse optimale ω_R^{opt} calculée est la rampe d'accélération RA du profil de commande initialement prévu et que la rampe de décélération appliquée après avoir atteint la vitesse optimale ω_R^{opt} est également la rampe de décélération RD du profil de commande initialement prévu.

45

[0035] A partir du profil de commande défini ci-dessus en liaison avec la figure 1B, avec ω désignée comme la vitesse courante de la charge et θ la position courante de la charge, on effectue le raisonnement suivant :

50 Entre 0 et T_A (phase d'accélération), nous avons :

$$\omega = \omega_0 + \gamma_A \cdot t$$

55

$$\theta = \omega_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \gamma_A \cdot t^2$$

Ce qui donne en Ta :

$$\omega_R = \omega_0 + \gamma_A \cdot T_A$$

$$\theta_R = \omega_0 \cdot T_A + \frac{1}{2} \cdot \gamma_A \cdot T_A^2$$

Soit avec

$$T_A = \frac{\omega_R - \omega_0}{\gamma_A}$$

Nous obtenons alors :

$$\theta_R = \frac{\omega_R^2 - \omega_0^2}{2 \cdot \gamma_A}$$

Entre Ta et Ta+Tp, la vitesse étant constante, nous avons :

$$\omega = \omega_R$$

$$\theta = \theta_R + \omega_R \cdot t$$

Ce qui donne en Ta+Tp :

$$\theta_P = \theta_R + \omega_R \cdot T_P$$

Entre Ta+Tp et Ta+Tp +Td (phase de décélération), nous avons :

$$\omega = \omega_R - \gamma_D \cdot t$$

$$\theta = \theta_P + \omega_R \cdot t - \frac{1}{2} \cdot \gamma_D \cdot t^2$$

Ce qui donne en Ta+Tp+Td :

$$\omega_R = \omega_L + \gamma_D \cdot T_D$$

$$\theta_D = \theta_P + \omega_R \cdot T_D - \frac{1}{2} \cdot \gamma_D \cdot T_D^2$$

Avec

$$T_D = \frac{\omega_R - \omega_L}{\gamma_D}$$

On obtient alors :

$$\theta_D = \frac{\omega_R^2 - \omega_0^2}{2 \cdot \gamma_A} + \frac{\omega_R^2 - \omega_L^2}{2 \cdot \gamma_D} + \omega_R \cdot T_P$$

Puis entre $T_A + T_P + T_D$ et $T_R = T_A + T_P + T_D + T_L$, nous avons :

$$\omega = \omega_L$$

$$\theta = \theta_D + \omega_L \cdot t$$

Ce qui donne en T_R :

$$\theta_{Dd} = \theta_D + \omega_L \cdot T_L = \frac{\omega_R^2 - \omega_0^2}{2 \cdot \gamma_A} + \frac{\omega_R^2 - \omega_L^2}{2 \cdot \gamma_D} + \omega_L \cdot T_L + \omega_R \cdot T_P$$

sous la condition que $T_L > 0$, il vient alors :

$$T_L = \frac{\theta_{Dd} - \omega_R \cdot T_P - \frac{\omega_R^2 - \omega_0^2}{2 \cdot \gamma_A} - \frac{\omega_R^2 - \omega_L^2}{2 \cdot \gamma_D}}{\omega_L}$$

Nous obtenons alors :

$$T_R = \frac{\omega_R - \omega_0}{\gamma_A} + T_P + \frac{\omega_R - \omega_L}{\gamma_D} + \left[\frac{\theta_{Dd} - \omega_R \cdot T_P - \frac{\omega_R^2 - \omega_0^2}{2 \cdot \gamma_A} - \frac{\omega_R^2 - \omega_L^2}{2 \cdot \gamma_D}}{\omega_L} \right]_{>0}$$

Avec :

$$T_A = \frac{\omega_R - \omega_0}{\gamma_A}, T_D = \frac{\omega_R - \omega_L}{\gamma_D} \text{ et } T_L = \frac{\theta_{Dd} - \omega_R \cdot T_P - \frac{\omega_R^2 - \omega_0^2}{2 \cdot \gamma_A} - \frac{\omega_R^2 - \omega_L^2}{2 \cdot \gamma_D}}{\omega_L}$$

Nous obtenons donc que le temps de parcours est une fonction de la vitesse ω_R .

Si $T_L < 0$, cela signifie que les mouvements de fin d'accélération et décélération ont consommés trop de distance. Par conséquent, le temps T_L doit être positif ce qui nous amène à poser les relations suivantes :

$$\omega_R^\theta = \sqrt{\frac{2 \cdot \theta_{Dd} + \frac{\omega_0^2}{\gamma_A} + \frac{\omega_L^2}{\gamma_D}}{\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D}}} \quad \text{et} \quad \omega_R^\gamma = \frac{T_P}{\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D}}$$

et à étudier la contrainte :

$$T_L = \frac{\theta_{Dd} - \omega_R \cdot T_P - \left(\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D} \right) \cdot \frac{\omega_R^2}{2} + \frac{\omega_0^2}{2 \cdot \gamma_A} + \frac{\omega_L^2}{2 \cdot \gamma_D}}{\omega_L} \geq 0$$

Nous obtenons alors la relation suivante :

$$T_L = \frac{\left(\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D} \right) \cdot \left(\omega_R^{\theta^2} - 2 \cdot \omega_R^\gamma \cdot \omega_R - \omega_R^2 \right)}{2 \cdot \omega_L} \geq 0$$

Pour remplir la condition $T_L \geq 0$, il faut donc que $\omega_R^{\theta^2} - 2 \omega_R^\gamma \cdot \omega_R - \omega_R^2 \geq 0$

En résolvant cette équation du second degré, on obtient la vitesse optimale ω_R^{opt} à atteindre tenant compte de la contrainte :

$$\omega_R^{\text{opt}} = -\omega_R^\gamma + \sqrt{\omega_R^{\gamma^2} + \omega_R^{\theta^2}}$$

Afin de confirmer que la vitesse ω_R^{opt} est bien la vitesse optimale permettant de minimiser le temps de parcours, il suffit d'étudier la fonction suivante et son évolution en fonction de ω_R :

$$\begin{aligned} T_R(\omega_R) &= \frac{\omega_R - \omega_0}{\gamma_A} + T_P + \frac{\omega_R - \omega_L}{\gamma_D} + \frac{\theta_{Dd} - \omega_R \cdot T_P - \frac{\omega_R^2 - \omega_0^2}{2 \cdot \gamma_A} - \frac{\omega_R^2 - \omega_L^2}{2 \cdot \gamma_D}}{\omega_L} \\ &= \left(\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D} \right) \cdot \omega_R - \frac{\omega_0}{\gamma_A} - \frac{\omega_L}{\gamma_D} + T_P + \frac{\left(\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D} \right) \cdot \left(\omega_R^{\theta^2} - 2 \cdot \omega_R^\gamma \cdot \omega_R - \omega_R^2 \right)}{2 \cdot \omega_L} \end{aligned}$$

La variation de T_R est déterminée à partir de sa dérivée :

$$\frac{dT_R}{d\omega_R}(\omega_R) = \frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D} - \frac{\left(\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D} \right) \cdot (\omega_R^\gamma + \omega_R)}{\omega_L} = \left(\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D} \right) \cdot \left(1 - \frac{\omega_R^\gamma + \omega_R}{\omega_L} \right)$$

Par définition ω_R est supérieure à ω_L , il vient donc que la fonction T_R est monotone décroissante sur son espace de définition, c'est-à-dire ω_R dans $[\omega_L, \omega_R^{opt}]$.

Nous constatons donc que le temps T_R est minimum lorsque ω_R est maximum permettant de justifier le choix de

$$\omega_R^{opt} = -\omega_R^\gamma + \sqrt{\omega_R^{\gamma^2} + \omega_R^{\theta^2}}. \text{ On obtient alors :}$$

$$\omega_R = \omega_R^{opt} = -\omega_R^\gamma + \sqrt{\omega_R^{\gamma^2} + \omega_R^{\theta^2}} = -\frac{T_P}{\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D}} + \sqrt{\left(\frac{T_P}{\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D}}\right)^2 + \frac{2 \cdot \theta_{Dd} + \frac{\omega_0^2}{\gamma_A} + \frac{\omega_L^2}{\gamma_D}}{\frac{1}{\gamma_A} + \frac{1}{\gamma_D}}}.$$

[0036] Dans le second exemple, les rampes de vitesse sont calculées à partir d'un polynôme d'ordre 6, fonction du temps. Par construction, la vitesse suit un profil continue et non linéaire. Nous considérons également que la rampe d'accélération pour atteindre la vitesse optimale ω_R^{opt} calculée est également la rampe d'accélération RA du profil de commande initialement prévu et que la rampe de décélération appliquée après avoir atteint la vitesse optimale ω_R^{opt} est également la rampe de décélération RD du profil de commande initialement prévu. Considérons le polynôme P d'ordre 6 suivant :

$$P = a_6 \cdot X^6 + a_5 \cdot X^5 + a_4 \cdot X^4 + a_3 \cdot X^3 + a_2 \cdot X^2 + a_1 \cdot X + a_0$$

Définissons la fonction du temps f telle que :

$$f(t) = P\left(\frac{t}{t_D}\right)$$

Par définition, nous pouvons exprimer la position θ , la vitesse ω , l'accélération γ , et l'impulsion j à partir de la fonction f et de ses dérivées.

$$\begin{cases} \theta = f(t) \\ \omega = f'(t) \\ \gamma = f''(t) \\ j = f'''(t) \end{cases}$$

avec les contraintes

$$\begin{cases} 0 = f(0) & \theta_{Dd} = f(t_D) \\ \omega_0 = f'(0) & \omega_L = f'(t_D) \\ \gamma_0 = f''(0) & 0 = f''(t_D) \\ & 0 = f'''(t_D) \end{cases} \text{ et } |\gamma| < \gamma_{MAX}, j < j_{MAX}$$

[0037] (ω_0, γ_0) représente le point de trajectoire au moment de la réception de l'ordre de décélération, $(\omega_L, 0)$ représente le point à atteindre de la trajectoire, et θ_{Dd} la distance à parcourir pendant le mouvement de décélération, entre la vitesse

maximale et la basse vitesse. t_D représente pour sa part le temps de décélération

Le couple (ω_0, γ_0) est obtenu par la position courante de la trajectoire.

[0038] La distance θ_{Dd} est connue car il s'agit de la distance parcourue lors de la première décélération. Si cette distance θ_{Dd} est respectée par le profil de commande, les contraintes de distance d'arrêt le seront également.

Nous avons donc à trouver les coefficients du polynôme P vérifiant les contraintes :

$$\begin{cases} 0 = P(0) & \theta_{Dd} = P(1) \\ \omega_0 \cdot t_D = P'(0) & \omega_L \cdot t_D = P'(1) \\ \gamma_0 \cdot t_D^2 = P''(0) & 0 = P''(1) \\ & 0 = P'''(1) \end{cases}$$

Il vient :

$$a_6 = -10 \cdot \theta_{Dd} + 6 \cdot \omega_L \cdot t_D + 4 \cdot \omega_0 \cdot t_D + \frac{1}{2} \cdot \gamma_0 \cdot t_D^2$$

$$a_5 = 36 \cdot \theta_{Dd} - 21 \cdot \omega_L \cdot t_D - 15 \cdot \omega_0 \cdot t_D - 2 \cdot \gamma_0 \cdot t_D^2$$

$$a_4 = -45 \cdot \theta_{Dd} + 25 \cdot \omega_L \cdot t_D + 20 \cdot \omega_0 \cdot t_D + 3 \cdot \gamma_0 \cdot t_D^2$$

$$a_3 = 20 \cdot \theta_{Dd} - 10 \cdot \omega_L \cdot t_D - 10 \cdot \omega_0 \cdot t_D - 2 \cdot \gamma_0 \cdot t_D^2$$

$$a_2 = \frac{1}{2} \cdot \gamma_0 \cdot t_D^2$$

$$a_1 = \omega_0 \cdot t_D$$

$$a_0 = 0$$

[0039] Par définition, la vitesse optimale atteinte pendant le mouvement est alors définie par $\omega_R^{opt} \cdot t_D = P'(x)$, où x est tel que $P''(x) = 0$.

[0040] La vitesse optimale calculée grâce au premier ou second exemple est insérée dans un nouveau profil de commande déterminé par le variateur lorsque l'ordre de décélération (FLG1) est reçu alors que la vitesse maximale ω_R prévue dans le profil de commande initial n'a pas été atteinte. Ce second profil de commande est déterminé en tenant compte de la nouvelle vitesse optimale calculée ω_R^{opt} , en respectant les deux principes définis précédemment liés aux accélérations et impulsions à appliquer pour garantir un confort optimal à l'utilisateur et en tenant compte de la distance restant à parcourir.

[0041] Ce nouveau profil de commande comporte donc, après la réception de l'ordre de décélération (FLG1), les étapes suivantes :

- accélération jusqu'à la vitesse optimale ω_R^{opt} calculée selon une nouvelle rampe d'accélération RA^{opt} tenant compte notamment de la distance restant à parcourir,
- décélération selon une nouvelle rampe de décélération RD^{opt} , tenant compte également de la distance restant à parcourir, jusqu'à atteindre la basse vitesse ω_L ,
- réception de l'ordre d'arrêt (FLG2) par exemple à l'aide du second capteur externe placé sur le trajet de l'ascenseur,
- décélération selon la rampe d'arrêt RS jusqu'à l'arrêt complet de l'ascenseur à l'étage voulu.

[0042] Les nouvelles rampes RA^{opt} , RD^{opt} calculées sont bien entendu non linéaires pour respecter les contraintes de confort.

[0043] Selon l'invention, dans certains cas, les rampes initiales RA et RD ne peuvent plus être respectées et il est nécessaire de déterminer de nouvelles rampes permettant de respecter la distance imposée. Par exemple, si la distance à parcourir est trop grande pour atteindre la vitesse optimale ω_R^{opt} lorsqu'on applique la rampe d'accélération initiale RA, il est nécessaire de déterminer une nouvelle rampe qui sera plus raide.

[0044] Ce nouveau profil de commande peut notamment comporter une étape de maintien de la vitesse de la charge à la vitesse optimale ω_R^{opt} pour créer un palier à cette vitesse pendant une durée déterminée, comprise entre zéro et plusieurs secondes, et une étape de maintien de la vitesse de la charge à la basse vitesse ω_L pendant une certaine durée, pouvant aller de zéro à plusieurs secondes, avant la réception de l'ordre d'arrêt (FLG2).

Revendications

1. Procédé de commande mis en oeuvre dans un variateur de vitesse pour commander une charge de levage, la commande de la charge étant réalisée selon un premier profil de commande qui comporte les étapes principales suivantes :

- accélération de la charge en vue d'atteindre une première vitesse (ω_R) suivant une première rampe d'accélération (RA) non linéaire,
- décélération de la charge suite à la réception d'un ordre de décélération (FLG1),
- arrêt de la charge,

caractérisé en ce que lorsque la charge reçoit l'ordre de décélération (FLG1) alors qu'elle est à une vitesse courante inférieure à la première vitesse (ω_R), le procédé comporte :

- une étape de détermination d'une deuxième vitesse (ω_R^{opt}) inférieure à la première vitesse (ω_R) et supérieure à la vitesse courante, ladite deuxième vitesse (ω_R^{opt}) ayant une valeur optimale pour minimiser le temps de parcours de la charge jusqu'à l'arrêt,
- une étape de génération et d'application d'un second profil de commande remplaçant le premier profil de commande et comportant une étape d'accélération de la charge jusqu'à l'atteinte de la deuxième vitesse (ω_R^{opt}) selon une deuxième rampe d'accélération (RA^{opt}) non linéaire tenant compte de la distance restant à parcourir, suivie d'une étape de maintien de la vitesse de la charge à la deuxième vitesse (ω_R^{opt}) pendant une durée déterminée, d'une étape de décélération et d'une étape d'arrêt.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, entre l'étape de décélération et l'étape d'arrêt, le second profil de commande comporte une étape de maintien de la vitesse de la charge à une troisième vitesse (ω_L) inférieure à la deuxième vitesse (ω_R^{opt}).

3. Procédé la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, à l'issue de l'étape de décélération, le second profil de commande comporte une étape de réception d'un ordre d'arrêt (FLG2).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** après réception de l'ordre d'arrêt (FLG2) le second profil de commande comporte une étape de décélération jusqu'à l'arrêt.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'ordre de décélération (FLG1) ou l'ordre d'arrêt (FLG2) est envoyé par un capteur devant lequel passe la charge de levage.

6. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'ordre de décélération (FLG1) ou l'ordre d'arrêt (FLG2) est envoyé par un automate connecté au variateur de vitesse.

7. Variateur de vitesse pour commander une charge de levage, la commande de la charge étant réalisée selon un premier profil de commande qui comporte les étapes suivantes :

- accélération de la charge en vue d'atteindre une première vitesse (ω_R) suivant une première rampe d'accélération (RA) non linéaire,
- réception d'un ordre de décélération (FLG1),
- décélération de la charge,

- arrêt de la charge,

caractérisé en ce que lorsque la charge reçoit l'ordre de décélération (FLG1) à une vitesse courante inférieure à la première vitesse (ω_R), le variateur de vitesse met en oeuvre :

- des moyens de détermination d'une deuxième vitesse (ω_R^{opt}) inférieure à la première vitesse (ω_R) et supérieure à la vitesse courante, ladite deuxième vitesse (ω_R^{opt}) ayant une valeur optimale pour minimiser le temps de parcours de la charge jusqu'à l'arrêt,
- des moyens de génération et de mise en oeuvre d'un second profil de commande remplaçant le premier profil de commande et comportant une étape d'accélération de la charge jusqu'à l'atteinte de la deuxième vitesse (ω_R^{opt}) selon une deuxième rampe d'accélération (RA^{opt}) non linéaire tenant compte de la distance restant à parcourir, suivie d'une étape de maintien de la vitesse de la charge à la deuxième vitesse (ω_R^{opt}) pendant une durée déterminée, d'une étape de décélération et d'une étape d'arrêt.

8. Variateur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le variateur de vitesse comporte des moyens pour maintenir la vitesse de la charge à une troisième vitesse (ω_L) inférieure à la deuxième vitesse (ω_R^{opt}).

9. Variateur selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le second profil de commande comporte une réception d'un ordre d'arrêt (FLG2).

10. Variateur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le second profil de commande comporte une décélération jusqu'à l'arrêt suite à la réception de l'ordre d'arrêt.

11. Variateur selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'il** est connecté à un capteur externe apte à envoyer l'ordre de décélération (FLG1) ou l'ordre d'arrêt (FLG2) lorsque qu'il détecte le passage de la charge de levage.

12. Variateur selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'il** est connecté à un automate apte à envoyer l'ordre de décélération (FLG1) ou l'ordre d'arrêt (FLG2).

Patentansprüche

1. Steuerverfahren, das in einem Geschwindigkeitsregler verwendet wird, um eine Hublast zu steuern, wobei die Steuerung der Last gemäß einem ersten Steuerprofil durchgeführt wird, das die folgenden Hauptschritte aufweist:

- Beschleunigung der Last, um eine erste Geschwindigkeit (ω_R) gemäß einer ersten nicht linearen Beschleunigungsrampe (RA) zu erreichen,
- Verlangsamung der Last nach Empfang eines Verlangsamungsbefehls (FLG1),
- Anhalten der Last,

dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Last den Verlangsamungsbefehl (FLG1) erhält, während sie auf einer aktuellen Geschwindigkeit niedriger als die erste Geschwindigkeit (ω_R) ist, das Verfahren aufweist:

- einen Schritt der Bestimmung einer zweiten Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) niedriger als die erste Geschwindigkeit (ω_R) und höher als die aktuelle Geschwindigkeit, wobei die zweite Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) einen optimalen Wert hat, um die Fahrzeit der Last bis zum Anhalten zu minimieren,
- einen Schritt der Erzeugung und Anwendung eines zweiten Steuerprofils, das das erste Steuerprofil ersetzt und einen Schritt der Beschleunigung der Last bis zum Erreichen der zweiten Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) gemäß einer zweiten nicht linearen Beschleunigungsrampe (RA^{opt}) unter Berücksichtigung der verbleibenden zu durchlaufenden Strecke, gefolgt von einem Schritt des Halts der Geschwindigkeit der Last auf der zweiten Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) während einer bestimmten Dauer, einem Schritt der Verlangsamung und einem Schritt des Anhaltens aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Steuerprofil zwischen dem Schritt der Verlangsamung und dem Schritt des Anhaltens einen Schritt des Halts der Geschwindigkeit der Last auf einer dritten Geschwindigkeit (ω_L) niedriger als die zweite Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Steuerprofil am Ende des Verlang-

samungsschritts einen Schritt des Empfangs eines Anhaltebefehls (FLG2) aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Steuerprofil nach Empfang des Anhaltebefehls (FLG2) einen Schritt der Verlangsamung bis zum Anhalten aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlangsamungsbefehl (FLG1) oder der Anhaltebefehl (FLG2) von einem Sensor gesendet wird, vor dem die Hublast vorbeiläuft.

6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlangsamungsbefehl (FLG1) oder der Anhaltebefehl (FLG2) von einem mit dem Geschwindigkeitsregler verbundenen Automaten gesendet wird.

7. Geschwindigkeitsregler zum Steuern einer Hublast, wobei die Steuerung der Last gemäß einem ersten Steuerprofil durchgeführt wird, das die folgenden Schritte aufweist:

- Beschleunigung der Last, um eine erste Geschwindigkeit (ω_R) gemäß einer ersten nicht linearen Beschleunigungsrampe (RA) zu erreichen,
- Empfang eines Verlangsamungsbefehls (FLG1),
- Verlangsamung der Last,
- Anhalten der Last,

dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Last den Verlangsamungsbefehl (FLG1) bei einer aktuellen Geschwindigkeit niedriger als die erste Geschwindigkeit (ω_R) empfängt, der Geschwindigkeitsregler verwendet:

- Einrichtungen zur Bestimmung einer zweiten Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) niedriger als die erste Geschwindigkeit (ω_R) und höher als die aktuelle Geschwindigkeit, wobei die zweite Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) einen optimalen Wert hat, um die Fahrzeit der Last bis zum Anhalten zu minimieren,
- Einrichtungen zur Erzeugung und zur Verwendung eines zweiten Steuerprofils, das das erste Steuerprofil ersetzt und einen Schritt der Beschleunigung der Last bis zum Erreichen der zweiten Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) gemäß einer zweiten nicht linearen Beschleunigungsrampe (RA^{opt}) unter Berücksichtigung der verbleibenden zu durchlaufenden Strecke, gefolgt von einem Schritt des Halts der Geschwindigkeit der Last auf der zweiten Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) während einer bestimmten Dauer, einem Schritt der Verlangsamung und einem Schritt des Anhaltens aufweist.

8. Regler nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Geschwindigkeitsregler Einrichtungen aufweist, um die Geschwindigkeit der Last auf einer dritten Geschwindigkeit (ω_L) niedriger als die zweite Geschwindigkeit (ω_R^{opt}) zu halten.

9. Regler nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Steuerprofil einen Empfang eines Anhaltebefehls (FLG2) aufweist.

10. Regler nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Steuerprofil eine Verlangsamung bis zum Anhalten nach dem Empfang des Anhaltebefehls aufweist.

11. Regler nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mit einem externen Sensor verbunden ist, der den Verlangsamungsbefehl (FLG1) oder Anhaltebefehl (FLG2) senden kann, wenn er den Durchgang der Hublast erfasst.

12. Regler nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mit einem Automaten verbunden ist, der den Verlangsamungsbefehl (FLG1) oder Anhaltebefehl (FLG2) senden kann.

Claims

1. A control method implemented in a variable speed drive for controlling a lifting load, the control of the load being carried out according to a first control profile which comprises the following main steps:

- acceleration of the load for reaching a first speed (ω_R) in accordance with a first non-linear acceleration ramp (RA),

- deceleration of the load subsequent to the receipt of a deceleration order (FLG1),
- stopping of the load,

characterized in that when the load receives the deceleration order (FLG1) while being at a current speed below the first speed (ω_R), the method comprises:

- a step of determining a second speed (ω_R^{opt}) below the first speed (ω_R) and above the current speed, said second speed (ω_R^{opt}) having an optimal value so as to minimize the travel time of the load until stopping,
- a step of generating and applying a second control profile replacing the first control profile and comprising a step of accelerating the load until reaching the second speed (ω_R^{opt}) according to a second non-linear acceleration ramp (RA^{opt}) taking account of the remaining distance to be traveled, followed by a step of maintaining the speed of the load at the second speed (ω_R^{opt}) for a determined duration, a deceleration step and a stopping step.

2. The method as claimed in claim 1, **characterized in that**, between the deceleration step and the stopping step, the second control profile comprises a step of maintaining the speed of the load at a third speed (ω_L) below the second speed (ω_R^{opt}).

3. The method as claimed in one of claims 1 or 2, **characterized in that**, on completion of the deceleration step, the second control profile comprises a step of receiving a stopping order (FLG2).

4. The method as claimed in claim 3, **characterized in that** after receipt of the stopping order (FLG2), the second control profile comprises a step of deceleration until stopping.

5. The method as claimed in claim 3 or 4, **characterized in that** the deceleration order (FLG1) or the stopping order (FLG2) is dispatched by a sensor in front of which the lifting load passes.

6. The method as claimed in claim 3 or 4, **characterized in that** the deceleration order (FLG1) or the stopping order (FLG2) is dispatched by an automaton connected to the variable speed drive.

7. A variable speed drive for controlling a lifting load, the control of the load being carried out according to a first control profile which comprises the following steps:

- acceleration of the load for reaching a first speed (ω_R) in accordance with a first non-linear acceleration ramp (RA),
- receipt of a deceleration order (FLG1),
- deceleration of the load,
- stopping of the load,

characterized in that when the load receives the deceleration order (FLG1) at a current speed below the first speed (ω_R), the variable speed drive implements:

- means for determining a second speed (ω_R^{opt}) below the first speed (ω_R) and above the current speed, said second speed (ω_R^{opt}) having an optimal value so as to minimize the travel time of the load until stopping,
- means for generating and implementing a second control profile replacing the first control profile and comprising a step of accelerating the load until reaching the second speed (ω_R^{opt}) according to a second non-linear acceleration ramp (RA^{opt}) taking account of the remaining distance to be traveled, followed by a step of maintaining the speed of the load at the second speed (ω_R^{opt}) for a determined duration, a deceleration step and a stopping step.

8. The variable drive as claimed in claim 7, **characterized in that** the variable speed drive comprises means for maintaining the speed of the load at a third speed (ω_L) below the second speed (ω_R^{opt}).

9. The variable drive as claimed in claim 7 or 8, **characterized in that** the second control profile comprises a receipt of a stopping order (FLG2).

10. The variable drive as claimed in claim 9, **characterized in that** the second control profile comprises a deceleration until stopping subsequent to the receipt of the stopping order.

11. The variable drive as claimed in claim 9 or 10, **characterized in that** it is connected to an external sensor able to dispatch the deceleration order (FLG1) or the stopping order (FLG2) when it detects the passage of the lifting load.
- 5 12. The variable drive as claimed in claim 9 or 10, **characterized in that** it is connected to an automaton able to dispatch the deceleration order (FLG1) or the stopping order (FLG2).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

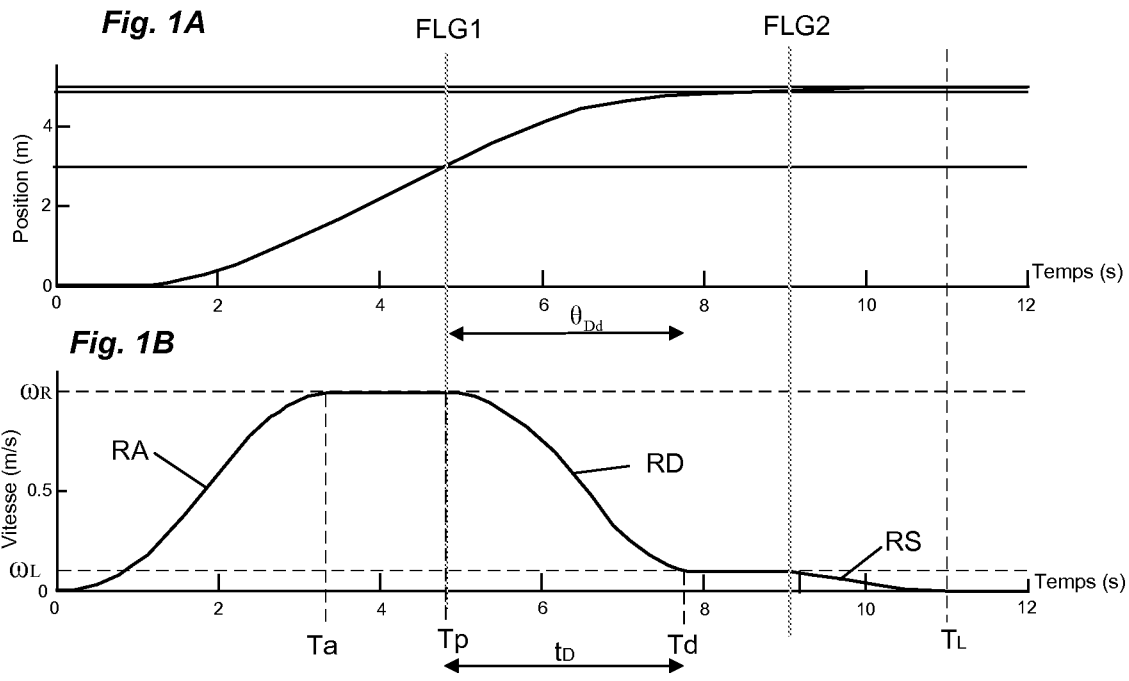


Fig. 2A

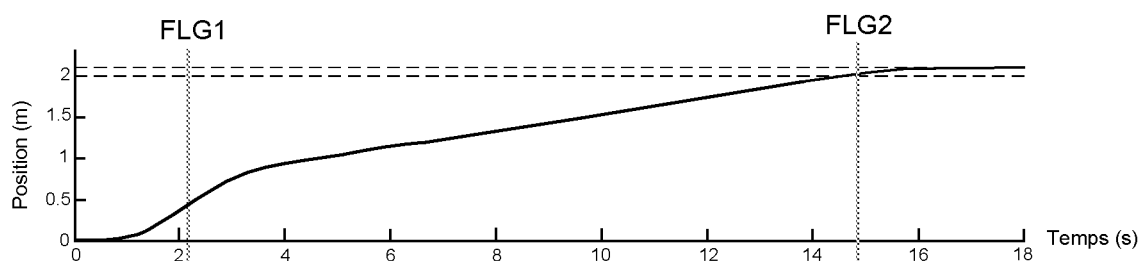


Fig. 2B

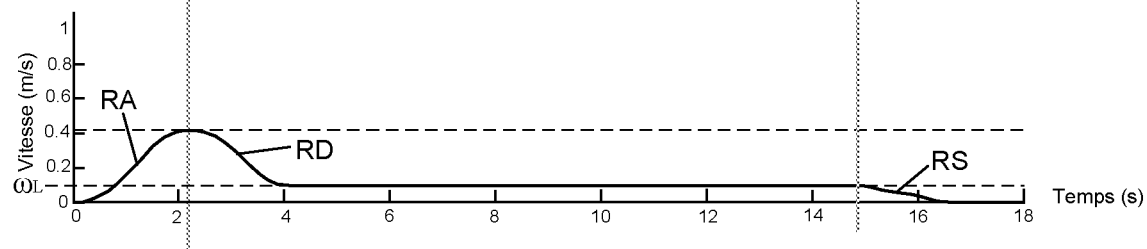
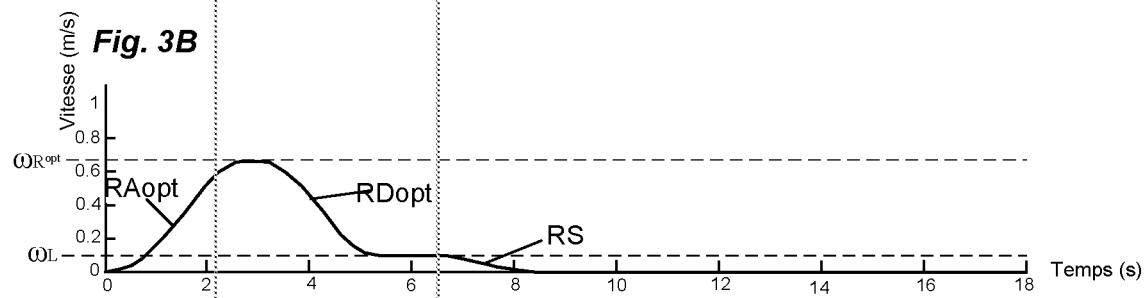
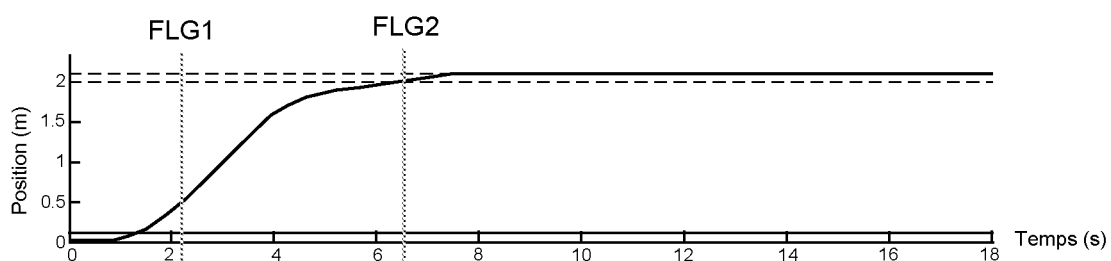


Fig. 3A



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

- GB 1560348 A [0005]
- EP 0826621 A [0006]