

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
17 mars 2016 (17.03.2016)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/038296 A1

- (51) Classification internationale des brevets :
H02P 21/00 (2016.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/052385
- (22) Date de dépôt international :
8 septembre 2015 (08.09.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1458382 8 septembre 2014 (08.09.2014) FR
- (71) Déposant : RENAULT S.A.S. [FR/FR]; 13/15 Quai Le Gallo, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).
- (72) Inventeur : MALOUM, Abdelmalek; 8 allée du Président Kennedy, F-94550 Chevilly-Larue (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

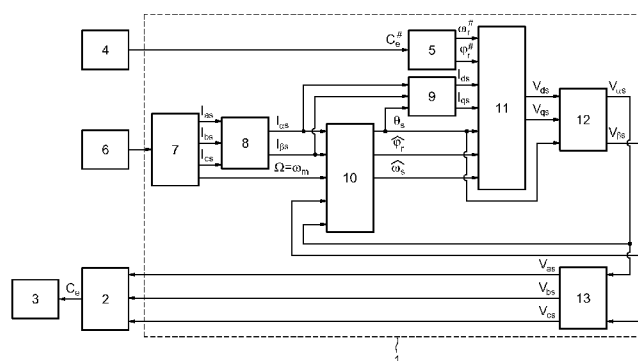
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING AN ELECTRICAL ASYNCHRONOUS MACHINE

(54) Titre : SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE MACHINE ÉLECTRIQUE ASYNCHRONE

FIG.3



(57) Abstract : The invention relates to a system for controlling an electrical asynchronous machine for an electric or hybrid motor vehicle including: a means for determining (4) a driver torque request; a means for determining (5) an operating point including a rotor pulsation request and a rotor flux request based on the driver torque request; a calculation means (7) capable of determining the mechanical rotation speed, and the stator currents in the three-phase reference frame; a means for calculating (10) the Park transformation, the rotor flux and the stator pulsation; a means for calculating (11) the stator voltages in the Park reference frame on the basis of the calculated values of the rotor flux and the stator pulsation, the stator currents in the Park reference frame, the rotor pulsation request and the rotor flux request.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/038296 A1



Système de commande d'une machine électrique asynchrone pour véhicule automobile électrique ou hybride comprenant: -un moyen de détermination (4) d'une requête de couple du conducteur, -un moyen de détermination (5) d'un point de fonctionnement comprenant une requête de pulsation du rotor et une requête de flux du rotor en fonction de la requête de couple du conducteur, -un moyen de calcul (7) apte à déterminer la vitesse de rotation mécanique, et les courants d'alimentation du stator dans le repère triphasé, -un moyen de calcul (10) de l'angle de Park, du flux rotorique et de la pulsation statorique, -un moyen de calcul (11) des tensions du stator dans le repère de Park en fonction des valeurs calculées du flux rotorique et de la pulsation statorique, des courants de stator dans le repère de Park, de la requête de pulsation du rotor et de la requête de flux du rotor.

De l'état de la technique, on connaît les documents suivants.

Le document FR 2800935 décrit une stratégie de commande robuste avec orientation du flux rotorique pour une machine asynchrone. La robustesse de cette stratégie réside dans la prise en
5 compte de la chute de la tension statorique.

Le document FR 2779017 décrit une méthode de contrôle avec l'orientation du flux rotorique pour un moteur asynchrone. L'originalité de cette technique réside dans la manière dont le flux rotorique est reconstitué et dans la comparaison de ce flux reconstitué
10 avec une cartographie de flux en régime nominal afin d'obtenir une action rapide sur la machine électrique. Une telle approche est différente de celle de la présente invention.

Le document EP 0884835 décrit un procédé de régulation de la vitesse dans lequel le flux rotorique est également orienté pour une
15 machine asynchrone. En se basant sur les caractéristiques de la machine, on calcule d'abord les forces électromotrices puis la fréquence statorique ω_s . Cette méthode possède un inconvénient majeur, car elle est tributaire des paramètres physiques de la machine. Il est bien connu que ces derniers sont susceptibles d'évoluer.

Le document EP0840441 divulgue des stratégies de commande avec orientation du flux rotorique classiques pour les machines asynchrones. Leur objectif n'est pas la commande en elle-même mais plutôt la gestion de la saturation de ces commandes. De ce fait, le
20 procédé de commande se déclenche quand les commandes U_d et U_q atteignent des seuils prédéfinis.

Le document EP0883511 décrit des consignes de commande générées dans le repère de référence sinusoïdal triphasé (a,b,c). Le bloc des consignes contient la fréquence de rotor et l'amplitude des courants en fonction de la valeur de la consigne du couple souhaitée.
30 C'est en imposant une fréquence de rotor, également appelée fréquence de glissement, que la fréquence des consignes de courants est imposée.

Les documents EP0617505, EP0461511 et EP0047893 divulguent des stratégies de commande à flux orienté pour des machines asynchrones, différentes de l'objet de la présente invention.

Il demeure un problème technique lié à la simplicité d'implantation et à la robustesse vis-à-vis des variations de paramètres d'un procédé de commande d'une machine asynchrone.

5 L'invention a pour objet un procédé de commande d'une machine électrique asynchrone d'un groupe motopropulseur d'un véhicule automobile à traction électrique ou hybride. Le procédé comprend les étapes suivantes :

- on détermine une requête de couple du conducteur,
- on détermine un point de fonctionnement comprenant une
10 requête de pulsation du rotor et une requête de flux du rotor en fonction de la requête de couple du conducteur,
- on détermine la vitesse de rotation mécanique, et les valeurs instantanées des courants d'alimentation du stator dans le repère triphasé,
- 15 - on calcule des valeurs de courant du stator dans le repère de Park,
- on détermine l'angle de Park, le flux rotorique et la pulsation statorique,
- on détermine des valeurs de tensions du stator dans le repère
20 de Park en fonction de la valeur calculée du flux rotorique et de la valeur calculée de la pulsation statorique, des courants de stator dans le repère de Park, de la requête de pulsation du rotor et de la requête de flux du rotor, et
- on calcule des valeurs de tensions du stator dans le repère
25 triphasé.

On peut commander la machine électrique par orientation du flux rotorique en annulant la composante quadratique du flux dans le repère de Park.

30 On peut commander la machine électrique par commande vectorielle directe en calculant l'angle de Park directement à partir des grandeurs mesurées ou estimées.

On peut déterminer l'angle de Park par l'intermédiaire d'un observateur.

L'invention a également pour objet un système de commande d'une machine électrique asynchrone d'un groupe motopropulseur d'un véhicule automobile à traction électrique ou hybride. Le système comprend :

5 - un moyen de détermination de la volonté du conducteur apte à déterminer une requête de couple du conducteur,

 - un moyen de détermination de points de fonctionnement apte à déterminer un point de fonctionnement comprenant une requête de pulsation du rotor et une requête de flux du rotor en fonction de la
10 requête de couple du conducteur,

 - un moyen de calcul apte à déterminer la vitesse de rotation mécanique, et les valeurs instantanées des courants d'alimentation du stator dans le repère triphasé,

 - des moyens de calcul des valeurs de courant du stator dans le
15 repère de Park,

 - un moyen de calcul de l'angle de Park, du flux rotorique et de la pulsation statorique,

 - un moyen de calcul des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park en fonction de la valeur calculée du flux rotorique et de
20 la valeur calculée de la pulsation statorique, des courants de stator dans le repère de Park, de la requête de pulsation du rotor et de la requête de flux du rotor, et

 - des moyens de calcul des valeurs de tensions du stator dans le repère triphasé.

25 Le moyen de calcul peut être apte à calculer l'angle de Park directement à partir des grandeurs mesurées ou estimées.

 Le moyen de calcul peut être apte à appliquer un observateur aux valeurs instantanées des courants de stator dans le repère diphasé, aux valeurs instantanées des tensions de stator dans le repère diphasé ,
30 et à la vitesse de rotation mécanique afin de déterminer l'angle de Park, une valeur calculée du flux rotorique et une valeur calculée de la pulsation statorique.

 D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement

à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre les repères des grandeurs triphasées et des grandeurs diphasées,
- 5 - la figure 2 illustre les angles remarquables, un repère fixe par rapport au stator, un repère fixe par rapport au rotor et le repère de Park,
- la figure 3 illustre les principaux éléments d'un système de commande selon l'invention, et
- 10 - la figure 4 illustre les principales étapes du procédé de commande selon l'invention.

Pour la suite de la description on utilisera de préférence la transformation de Clarke plutôt que celle de Concordia pour passer des grandeurs triphasées (a,b,c) aux grandeurs diphasées (α,β). La figure 1
 15 illustre ces deux repères. Ce choix de matrice de passage non normée permet de faciliter la commande en traitant des grandeurs directes d ou en quadrature q, par exemple les courants de source I_{ds} et I_{qs}. Cela permet également, par exemple, d'estimer directement le module du courant qui est absorbé par la machine électrique, sans avoir à passer
 20 par un coefficient multiplicateur.

Les équations suivantes décrivent le passage entre le repère des grandeurs triphasées (a,b,c) et le repère diphasé (α,β).

$$\begin{bmatrix} x_a \\ x_b \\ x_c \end{bmatrix} \xrightarrow{C_{23}} \begin{bmatrix} x_\alpha \\ x_\beta \end{bmatrix} \text{ avec } C_{23} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$25 \quad \begin{bmatrix} x_\alpha \\ x_\beta \end{bmatrix} \xrightarrow{C_{32}} \begin{bmatrix} x_a \\ x_b \\ x_c \end{bmatrix} \text{ avec } C_{32} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \quad (\text{Eq. 2})$$

Les équations suivantes décrivent le passage entre le repère diphasé (α,β) et le repère de Park (d,q).

$$\begin{bmatrix} x_\alpha \\ x_\beta \end{bmatrix} \vec{P} \begin{bmatrix} x_d \\ x_q \end{bmatrix} \text{ avec } P = \begin{bmatrix} \cos(\theta_s) & -\sin(\theta_s) \\ \sin(\theta_s) & \cos(\theta_s) \end{bmatrix} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\begin{bmatrix} x_d \\ x_q \end{bmatrix} \overleftarrow{P^{-1}} \begin{bmatrix} x_\alpha \\ x_\beta \end{bmatrix} \text{ avec } P^{-1} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_s) & \sin(\theta_s) \\ -\sin(\theta_s) & \cos(\theta_s) \end{bmatrix} \quad (\text{Eq. 4})$$

Dans ce qui suit, le repère (α_s, β_s) est fixe et lié au stator, le
 5 repère (α_r, β_r) , quant à lui, est fixé au rotor. Enfin, le repère (d, q) est
 lié au champ magnétique tournant.

Il apparaît clairement ensuite que le repère de la transformation
 de Park des grandeurs statoriques et celles des grandeurs rotoriques
 doivent coïncider pour simplifier les équations.

10 Ceci se fait en liant les angles θ_s et θ_r par la relation :

$$\theta_s = \theta + \theta_r \quad (\text{Eq. 5})$$

avec :

15 θ_s : l'angle que forme le champ tournant par rapport au repère
 (α_s, β_s) fixe par rapport au stator,

θ : l'angle mécanique, et

θ_r : l'angle que forme le champ tournant par rapport au repère
 (α_r, β_r) fixe par rapport au rotor.

Ces angles sont illustrés par la figure 2

20

Les flux dans ce système d'axes s'écrivent de la façon
 suivante :

$$\begin{cases} \varphi_{ds} & = L_s I_{ds} + M I_{dr} \\ \varphi_{qs} & = L_s I_{qs} + M I_{qr} \\ \varphi_{dr} & = L_r I_{dr} + M I_{ds} \\ \varphi_{qr} & = L_r I_{qr} + M I_{qs} \end{cases} \quad (\text{Eq. 6})$$

Avec

25 φ_{ds} : la composante directe d du flux statorique,

φ_{qs} : la composante en quadrature q du flux statorique,

φ_{dr} : la composante directe d du flux rotorique,

φ_{qr} : la composante en quadrature q du flux rotorique,

L_s : l'inductance du stator,

30 L_r : l'inductance du rotor,

M : l'inductance mutuelle,

I_{ds} : la composante directe d du courant statorique,

I_{qs} : la composante en quadrature q du courant statorique,

I_{dr} : la composante directe d du courant rotorique, et

5 I_{qr} : la composante en quadrature q du courant rotorique.

Le couple électromagnétique C_e est déterminé par application de l'équation suivante :

$$10 \quad C_e = \frac{3}{2} p (\varphi_{ds} I_{qs} - \varphi_{qs} I_{ds}) \quad (\text{Eq. 7})$$

avec p = nombre de paires de pôles

La commande de la machine électrique peut être décrite dans un référentiel lié au champ tournant. Dans ce cas, la pulsation statorique ω_s est définie par l'équation suivante :

$$15 \quad \omega_s = \dot{\theta}_s \quad (\text{Eq. 8})$$

La pulsation rotorique ω_r est définie par l'équation suivante :

$$\omega_r = \dot{\theta}_r \quad (\text{Eq. 9})$$

La pulsation mécanique ω est définie par l'équation suivante :

$$20 \quad \omega = \omega_s - \omega_r = \dot{\theta} = p\Omega \quad (\text{Eq. 10})$$

Avec Ω : la vitesse de rotation mécanique.

On peut alors écrire :

$$\begin{cases} V_{ds} = R_s I_{ds} + \frac{d\varphi_{ds}}{dt} - \omega_s \varphi_{qs} \\ V_{qs} = R_s I_{qs} + \frac{d\varphi_{qs}}{dt} - \omega_s \varphi_{ds} \\ 0 = R_r I_{dr} + \frac{d\varphi_{dr}}{dt} - \omega_r \varphi_{qr} \\ 0 = R_r I_{qr} + \frac{d\varphi_{qr}}{dt} - \omega_r \varphi_{dr} \end{cases} \quad (\text{Eq. 11})$$

25 Avec :

V_{ds} : la composante directe d de la tension appliquée au stator,

V_{qs} : la composante en quadrature q de la tension appliquée au stator,

R_s représente la résistance du stator de la machine, et

R_r représente la résistance du rotor de la machine.

L'avantage d'utiliser ce référentiel, est d'avoir des grandeurs constantes en régime permanent. Il est alors plus aisé d'en faire la
5 régulation.

La commande de la machine électrique peut être décrite dans un référentiel lié au stator. Dans ce cas les repères (α_s, β_s) et (d, q) sont confondus. On a alors le système d'équations suivant :

$$10 \quad \begin{cases} \dot{\theta}_s &= 0 \\ \dot{\theta}_r &= -\dot{\theta} = -p\Omega \end{cases} \quad (\text{Eq. 12})$$

En combinant les équations Eq. 11 et Eq. 12, on peut alors écrire le système d'équations suivant :

$$15 \quad \begin{cases} V_{ds} &= R_s I_{ds} + \frac{d\varphi_{ds}}{dt} \\ V_{qs} &= R_s I_{qs} + \frac{d\varphi_{qs}}{dt} \\ 0 &= R_r I_{dr} + \frac{d\varphi_{dr}}{dt} + p\Omega\varphi_{qr} \\ 0 &= R_r I_{qr} + \frac{d\varphi_{qr}}{dt} - p\Omega\varphi_{dr} \end{cases} \quad (\text{Eq. 13})$$

On ajoute par ailleurs l'équation mécanique suivante :

$$C_e - C_r - J \frac{d\Omega}{dt} = 0 \quad (\text{Eq. 14})$$

Avec :

20 C_r : le couple résistant

J : l'inertie de la machine électrique.

En modélisant la machine de cette manière, on réduit le nombre de grandeurs dont on a besoin de connaître la valeur pour pouvoir
25 commander le fonctionnement de la machine. En effet, seules les valeurs instantanées des tensions statoriques doivent être déterminées pour les imposer à la machine.

Il n'est donc pas nécessaire de connaître la valeur des autres grandeurs telles que la pulsation statorique ou le glissement comme dans d'autres modèles, notamment celui lié à un référentiel tournant au synchronisme (Eq. 8, Eq. 9 et Eq. 10).

5 Pour commander des machines asynchrones, il est possible d'utiliser une commande dite vectorielle. Le but de la commande vectorielle est de commander la machine asynchrone comme une machine à courant continu à excitation indépendante laquelle comprend un découplage entre la grandeur commandant le flux, le
10 courant d'excitation, et celle liée au couple, le courant d'induit. Ce découplage est inhérent à la conception de la machine à excitation indépendante et permet d'obtenir une réponse très rapide du couple lors d'une commande.

Pour cela, on oriente le repère de Park d-q de sorte que l'axe d soit en phase avec le flux, c'est-à-dire :

$$\begin{cases} \varphi_d = \varphi \\ \varphi_q = 0 \end{cases} \quad (\text{Eq. 14})$$

La commande vectorielle ainsi obtenue est dite à orientation du flux rotorique. Elle permet d'éliminer l'influence des réactances de fuite rotorique et statorique et donne de meilleurs résultats que les
20 méthodes basées sur l'orientation du flux statorique.

Les conditions de l'équation Eq. 14 peuvent être transposées à la commande de la machine électrique en fixant

$$\begin{aligned} \varphi_r &= \varphi_{dr} \\ \varphi_{qr} &= 0 \end{aligned} \quad (\text{Eq. 15})$$

25

Les équations de la machine dans un référentiel lié au champ tournant (Eq. 13) deviennent alors :

$$\begin{aligned} \varphi_r &= \varphi_{dr} \\ \begin{cases} V_{ds} &= R_s I_{ds} + \sigma L_s \frac{dI_{ds}}{dt} + \frac{M}{L_r} \frac{d\varphi_r}{dt} - \omega_s \sigma L_s I_{qs} \\ V_{qs} &= R_s I_{qs} + \sigma L_s \frac{dI_{qs}}{dt} + \omega_s \frac{M}{L_r} \varphi_r + \omega_s \sigma L_s I_{ds} \end{cases} \end{aligned} \quad (\text{Eq. 16})$$

$$\tau_r \frac{d\varphi_r}{dt} + \varphi_r = M I_{ds}$$

$$\omega_r = \frac{M}{\tau_r \varphi_r} I_{qs}$$

$$C_e = \frac{3}{2} p \frac{M}{L_r} \varphi_r I_{qs}$$

Avec :

τ_r : la constante de temps rotorique.

5 Par ailleurs, il existe des méthodes de commande vectorielle directes et indirectes.

Dans la commande indirecte, l'angle de Park θ_s est calculé à partir de la pulsation statorique, elle-même reconstituée à l'aide de la vitesse de la machine et de la pulsation rotorique ω_r .

10 En ce qui concerne la commande directe, l'angle de Park est calculé directement à l'aide des grandeurs mesurées ou estimées.

La commande vectorielle est dite à boucle ouverte s'il n'y a pas de régulation de flux. Le flux est imposé dans ce cas par le courant I_{ds} . La pulsation statorique peut alors uniquement être estimée par la relation suivante :

$$\theta_s = \int \left(p\Omega + \frac{I_{qs}^\#}{\tau_r I_{ds}^\#} \right) dt \quad (\text{Eq. 17})$$

Avec :

20
$$I_{ds}^\# = \frac{\varphi_r^\#}{M}$$

$$\varphi_r^\# = f(\Omega)$$

$$I_{qs}^\# = \frac{2 * L_r}{3pM} C_e$$

On note que f est une cartographie fonction du régime mécanique. Cette dernière est issue d'une optimisation énergétique de la machine

25 La commande vectorielle est dite à boucle fermée, si la pulsation statorique est estimée à partir de la valeur du flux rotorique ou du courant magnétisant.

La commande vectorielle indirecte par orientation du flux rotorique repose essentiellement deux paramètres, M et τ_r , qui lient le

flux rotorique et le courant I_{ds} qui le contrôle. Ces paramètres permettent également de calculer l'angle θ_s que forme le champ tournant par rapport au repère fixe (α_s, β_s) .

5 Une surestimation ou une sous-estimation de la constante de temps rotorique τ_r conduisent respectivement à une surexcitation ou à une sous-excitation de la machine. Dans les deux cas, l'amplitude et la phase du flux rotorique ne sont pas celles que l'on voudrait imposer, il en résulte une dégradation des performances, voir une instabilité du système.

10 En partant de ce constat, la commande directe est privilégiée.

La commande vectorielle directe par orientation du flux rotorique nécessite la reconstitution du flux rotorique, afin de pouvoir déterminer l'angle θ_s de façon précise. La détermination de cet angle est réalisée par un observateur de flux, notamment celui décrit dans la
15 demande de brevet FR1453935 déposée le 30 avril 2014.

En orientant le flux rotorique, on obtient le modèle suivant :

$$\begin{aligned} V_{ds} &= R_s I_{ds} + \sigma L_s \frac{dI_{ds}}{dt} + \frac{M}{L_r} \frac{d\varphi_r}{dt} - \omega_s \sigma L_s I_{qs} \\ V_{qs} &= R_s I_{qs} + \sigma L_s \frac{dI_{qs}}{dt} + \omega_s \frac{M}{L_r} \varphi_r + \omega_s \sigma L_s I_{ds} \end{aligned} \quad (5) \quad (\text{Eq.}$$

18)

$$\tau_r \frac{d\varphi_r}{dt} + \varphi_r = M I_{ds}$$

20

Les tensions V_{ds} et V_{qs} stabilisent la machine autour d'un point de fonctionnement désiré. Elles sont déterminées par application des équations suivantes :

$$\begin{cases} V_{qs} &= -R_s I_{qs} - \left(\frac{M}{L_r} \widehat{\varphi}_r + \sigma L_s I_{ds} \right) \widehat{\omega}_s - K_p (I_{qs} - I_{qs}^\#) - K_i \int (I_{qs} - I_{qs}^\#) \\ V_{ds} &= \sigma \left(\dot{I}_{ds}^\# - \gamma (I_{ds} - I_{ds}^\#) - \frac{4+\gamma^2}{4} \int (I_{ds} - I_{ds}^\#) \right) + \widetilde{R}_s I_{ds} - \frac{\delta}{\tau_r} \widehat{\varphi}_r - \widehat{\omega}_s \sigma I_{qs} \\ I_{ds}^\# &= \frac{\tau_r}{M} \left(\frac{d\widehat{\varphi}_r}{dt} - \gamma (\widehat{\varphi}_r - \varphi_r^\#) - \frac{4+\gamma^2}{4} \int (\widehat{\varphi}_r - \varphi_r^\#) \right) + \frac{1}{M} \widehat{\varphi}_r \end{cases}$$

(Eq. 19)

Avec

$$I_{qs}^{\#} = \frac{\tau_r \widehat{\varphi}_r}{M} \omega_r^{\#};$$

$$\delta = \frac{M}{L_r};$$

$$\sigma = 1 - \frac{M^2}{L_r L_s};$$

5 γ , K_p et K_i : des paramètres de réglage ;

$\varphi_r^{\#}$ et $\omega_r^{\#}$: variables permettant de spécifier le point de fonctionnement de référence ;

$\widehat{\varphi}_r$ et $\widehat{\omega}_s$: valeurs calculées par l'intermédiaire de l'observateur.

$$\widetilde{R}_s = R_s + \frac{M^2}{L_r L_s}$$

10 Les valeurs de consignes de courants statoriques directe $I_{ds}^{\#}$ et en quadrature $I_{qs}^{\#}$ dans le repère de Park sont donc calculées dynamiquement dans le régulateur du système de commande selon l'invention, en même temps que le calcul des tensions de commande Vds et Vqs. Cela permet d'avoir une structure de régulation en cascade (pour réguler le courant direct il faut d'abord réguler le flux) ;
 15 ceci permet aussi la prise en compte instantanée d'éventuelles saturations de tensions (Vds et Vqs). L'effet est d'améliorer la précision du système de commande.

20 La figure 3 illustre les principaux éléments d'un système de commande 1 apte à déterminer les tensions (V_{as}, V_{bs}, V_{cs}) d'alimentation d'une machine électrique asynchrone 2 pour une commande vectorielle directe par orientation du flux rotorique.

Pour cela, un moyen de détermination de la volonté du conducteur 4, tel un capteur d'enfoncement de la pédale d'accélérateur, émet une requête de couple $C_e^{\#}$ en fonction de la
 25 volonté du conducteur.

La requête de couple $C_e^{\#}$ est reçue en entrée d'un moyen 5 de détermination de points de fonctionnement apte à déterminer un point de fonctionnement comprenant une requête de pulsation du rotor $\omega_r^{\#}$ et
 30 une requête de flux du rotor $\varphi_r^{\#}$. Le flux de référence est donné par une

cartographie en fonction du régime mécanique. Cette dernière est issue d'une optimisation énergétique de la machine.

En parallèle, des capteurs 6 transmettent différentes mesures telles que les mesures brutes des courants et de la vitesse mécanique, à destination d'un moyen de calcul 7 apte à déterminer la vitesse de rotation mécanique Ω , et les valeurs instantanées des courants d'alimentation du stator I_{as} , I_{bs} , I_{cs} dans le repère triphasé (a,b,c).

Un moyen de détermination 8 des courants de stator dans le repère diphasé (α,β) reçoit les valeurs instantanées des courants d'alimentation du stator I_{as} , I_{bs} , I_{cs} dans le repère triphasé (a,b,c). Le moyen de détermination 8 applique les équations Eq. 1 afin de passer de grandeurs triphasées à des grandeurs diphasées.

Un moyen de détermination 9 des courants de stator dans le repère de Park reçoit les valeurs instantanées des courants de stator dans le repère diphasé (α,β). Le moyen de détermination 9 applique l'équation Eq. 3 afin de passer de grandeurs diphasées ($I_{\alpha s}, I_{\beta s}$) à des grandeurs dans le repère de Park (I_{ds}, I_{qs}).

Un moyen de calcul 10 applique un observateur aux valeurs instantanées des courants de stator dans le repère diphasé (α,β), aux valeurs instantanées des tensions de stator dans le repère diphasé (α,β), et à la vitesse de rotation mécanique Ω afin de déterminer l'angle θ_s que forme le champ tournant par rapport au repère (α_s, β_s) fixe par rapport au stator, la valeur calculée $\widehat{\varphi}_r$ du flux rotorique et la valeur calculée $\widehat{\omega}_s$ de la pulsation statorique par l'intermédiaire de l'observateur.

Un moyen de calcul 11 applique les équations Eq. 19 aux valeurs émises en sortie du moyen 5 de détermination de points de fonctionnement, du moyen de détermination 9 des courants de stator dans le repère de Park et du moyen de calcul 10 par observateur.

Le moyen de calcul 11 détermine des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park (V_{ds}, V_{qs}).

Un moyen de détermination 12 des valeurs de tensions du stator dans le repère diphasé applique les équations Eq. 4 afin de passer du repère de Park au repère diphasé.

Un moyen de détermination 13 des valeurs de tensions du stator dans le repère triphasé applique les équations Eq. 2 afin de passer du repère diphasé au repère triphasé. Les valeurs de tensions triphasées du stator ainsi déterminées sont transmises au moyen de commande (non représenté) de l'onduleur d'alimentation de la machine électrique 2 afin de générer les tensions correspondantes. Son stator ainsi alimenté, la machine électrique 2 génère un couple moteur C_e , qui est transmis à la roue 3 de façon classique.

La figure 4 illustre les principales étapes d'un procédé de commande permettant de déterminer les tensions (V_{as}, V_{bs}, V_{cs}) d'alimentation d'une machine électrique asynchrone 2 pour une commande vectorielle directe par orientation du flux rotorique.

Pour cela, au cours d'une première étape 14, on détermine la volonté du conducteur, par exemple par mesure de l'enfoncement de la pédale d'accélérateur, afin de déterminer une requête de couple $C_e^\#$ en fonction de la volonté du conducteur.

Au cours d'une deuxième étape 15, on détermine un point de fonctionnement comprenant une requête de pulsation du rotor $\omega_r^\#$ et une requête de flux du rotor $\varphi_r^\#$ en fonction de la requête de couple $C_e^\#$.

En parallèle, au cours d'une troisième étape 16, on détermine à la vitesse de rotation mécanique Ω , et les valeurs instantanées des courants d'alimentation du stator I_{as}, I_{bs}, I_{cs} dans le repère triphasé (a,b,c) en fonction de mesures de capteurs.

Au cours d'une quatrième étape 17, on détermine des courants de stator dans le repère diphasé (α, β) en fonction des valeurs instantanées des courants d'alimentation du stator I_{as}, I_{bs}, I_{cs} dans le repère triphasé (a,b,c) par application des équations Eq. 1.

Au cours de l'étape suivante 18, on détermine les courants de stator dans le repère de Park en fonction des valeurs instantanées des courants de stator dans le repère diphasé (α, β) par application de l'équation Eq. 3.

Au cours d'une étape suivante 19, on détermine l'angle θ_s que forme le champ tournant par rapport au repère (α_s, β_s) fixe par rapport au stator, la valeur calculée $\widehat{\varphi}_r$ du flux rotorique et la valeur calculée

$\widehat{\omega}_s$ de la pulsation statorique par l'intermédiaire d'un observateur choisi en fonction des valeurs instantanées des courants de stator dans le repère diphasé (α, β) , des valeurs instantanées des tensions de stator dans le repère diphasé (α, β) , et de la vitesse de rotation mécanique Ω .

5 Au cours d'une étape suivante 20, on détermine des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park (V_{ds}, V_{qs}) en fonction des valeurs du point de fonctionnement, des courants de stator dans le repère de Park et des valeurs déterminées par observateur, en appliquant les équations Eq. 19.

10 Au cours d'une étape 21, on détermine les valeurs de tensions du stator dans le repère diphasé en fonction des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park par application des équations Eq. 4.

 Au cours d'une étape 22, on détermine les valeurs de tensions du stator dans le repère triphasé en fonction des valeurs de tensions du stator dans le repère diphasé par application des équations Eq. 2.

15 On transmet les valeurs de tensions triphasées du stator ainsi déterminées à l'onduleur d'alimentation de la machine électrique 2 afin de générer les tensions correspondantes. Son stator ainsi alimenté, la machine électrique 2 génère un couple moteur C_e , qui est transmis

20 à la roue 3 de façon classique.

 Le présent procédé peut être appliqué à d'autres types de machines tournantes moyennant l'emploi d'un changement de repère adapté.

REVENDICATIONS

1. Procédé de commande d'une machine électrique asynchrone d'un groupe motopropulseur d'un véhicule automobile à traction électrique ou hybride comprenant les étapes suivantes :
- 5 - on détermine une requête de couple du conducteur,
- on détermine un point de fonctionnement comprenant une requête de pulsation du rotor et une requête de flux du rotor en fonction de la requête de couple du conducteur,
- on détermine la vitesse de rotation mécanique, et les valeurs
10 instantanées des courants d'alimentation du stator dans un repère triphasé,
- on calcule des valeurs de courant du stator dans le repère de Park,
- on détermine l'angle de Park, le flux rotorique et la pulsation
15 statorique,
- on détermine des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park,
- on calcule des valeurs de tensions du stator dans le repère triphasé à partir desdites valeurs de tensions du stator déterminées
20 dans le repère de Park,
- ledit procédé étant caractérisé en ce qu'on détermine des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park en fonction de la valeur calculée du flux rotorique et de la valeur calculée de la pulsation statorique, des courants du stator dans le repère de Park, et de valeurs
25 de courants statoriques de consigne déterminées en fonction de la requête de pulsation du rotor, de la requête de flux du rotor, et de la valeur calculée du flux rotorique.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on commande la machine électrique par orientation du flux rotorique en annulant la
30 composante quadratique du flux dans le repère de Park.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on commande la machine électrique par

commande vectorielle directe en calculant l'angle de Park directement à partir des grandeurs mesurées ou estimées.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel on détermine l'angle de Park, le flux rotorique et la pulsation statorique par l'intermédiaire d'un observateur.

5. Système de commande d'une machine électrique asynchrone d'un groupe motopropulseur d'un véhicule automobile à traction électrique ou hybride comprenant:

- un moyen de détermination de la volonté du conducteur (4) apte à déterminer une requête de couple du conducteur,

- un moyen de détermination (5) de points de fonctionnement apte à déterminer un point de fonctionnement comprenant une requête de pulsation du rotor et une requête de flux du rotor en fonction de la requête de couple du conducteur,

- un moyen de calcul (7) apte à déterminer la vitesse de rotation mécanique, et les valeurs instantanées des courants d'alimentation du stator dans un repère triphasé,

-des moyens (8,9) de calcul des valeurs de courant du stator dans le repère de Park,

- un moyen de calcul (10) de l'angle de Park, du flux rotorique et de la pulsation statorique,

- un moyen de calcul (11) des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park,

- des moyens (12,13) de calcul des valeurs de tensions du stator dans le repère triphasé en fonction des valeurs fournies par ledit moyen de calcul des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park,

ledit système étant caractérisé en ce que ledit moyen de calcul des valeurs de tensions du stator dans le repère de Park utilise

-la valeur du flux rotorique et la valeur de la pulsation statorique calculées par ledit moyen de calcul de l'angle de Park, du flux rotorique et de la pulsation statorique,

- les valeurs de courant du stator dans le repère de Park calculées par lesdits moyens de calcul des valeurs de courant du stator dans le repère de Park,

5 - et des valeurs de courants statoriques de consigne déterminées en fonction de la requête de pulsation du rotor et de la requête de flux du rotor déterminées par ledit moyen de détermination de points de fonctionnement, et en fonction de la valeur de flux rotorique calculée par ledit moyen de calcul de l'angle de Park, du flux rotorique et de la pulsation statorique.

10 6. Système selon la revendication 5, dans lequel le moyen de calcul (10) est apte à calculer l'angle de Park directement à partir des grandeurs mesurées ou estimées.

15 7. Système selon la revendication 5, dans lequel le moyen de calcul (10) est apte à appliquer un observateur aux valeurs instantanées des courants de stator dans le repère diphasé, aux valeurs instantanées des tensions de stator dans le repère diphasé, et à la vitesse de rotation mécanique afin de déterminer l'angle de Park, une valeur calculée du flux rotorique et une valeur calculée de la pulsation statorique.

20

1/3
FIG.1

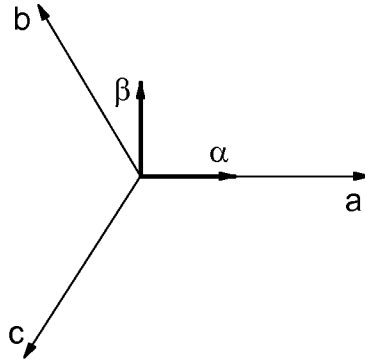


FIG.2

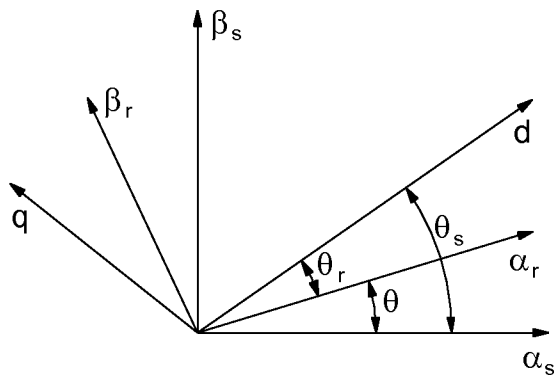
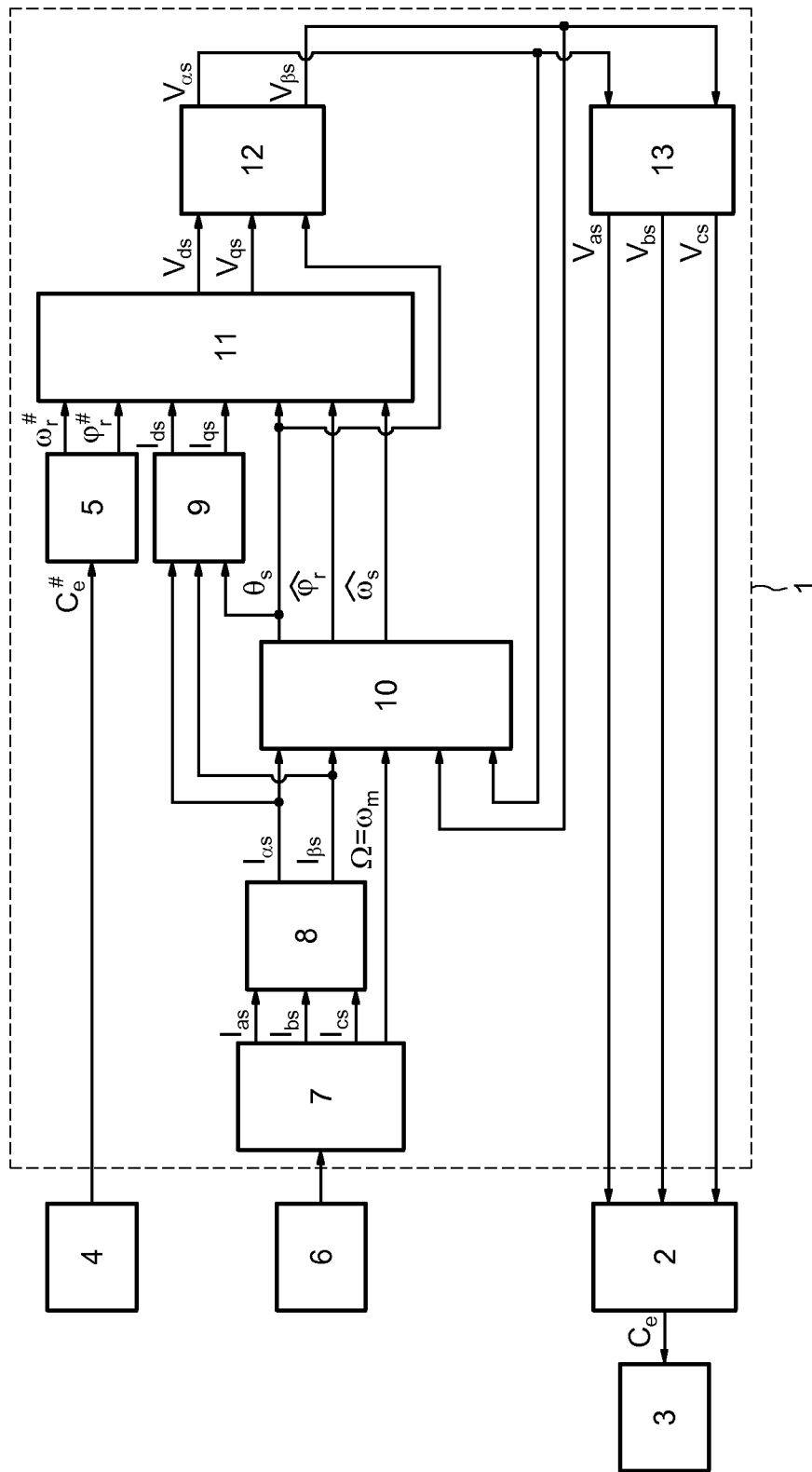
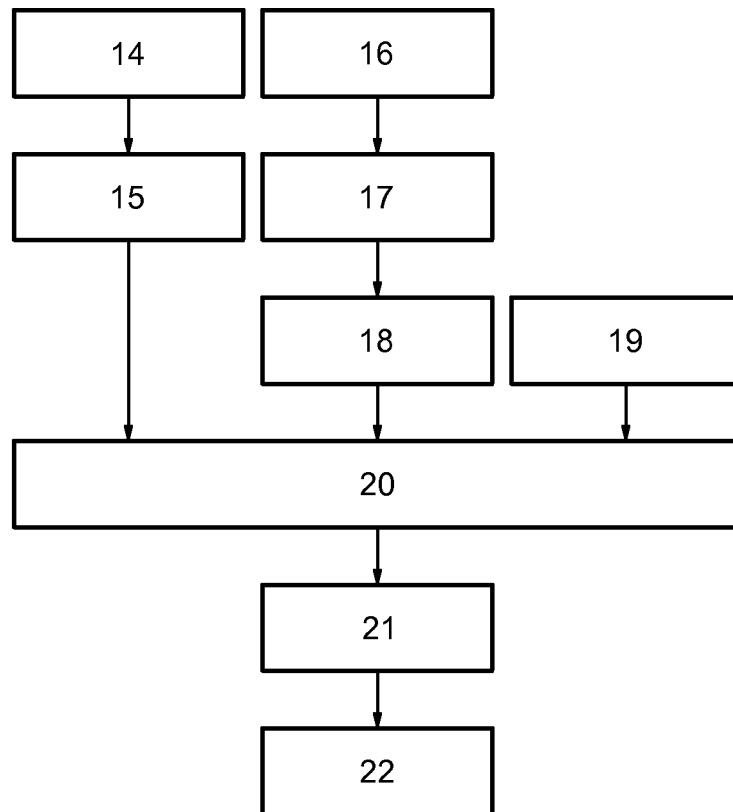


FIG.3



3/3
FIG.4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/052385

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02P21/00
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02P
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 926 105 A (MISCHENKO VLADISLAV A [SU] ET AL) 15 May 1990 (1990-05-15) column 32, line 46 - column 56, line 62; claim 1	1-7
A	----- US 2003/015988 A1 (GIUSEPPE GUIDI [JP]) 23 January 2003 (2003-01-23) abstract	1-7
A	----- DE 196 48 534 A1 (INNOTAS GMBH ANTRIEBS UND SICH [DE]) 28 May 1998 (1998-05-28) the whole document	1-7
A	----- US 2012/001587 A1 (KONO MASAKI [JP] ET AL) 5 January 2012 (2012-01-05) the whole document	1-7
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 1 December 2015	Date of mailing of the international search report 08/12/2015
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Closa, Daniel
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/052385

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/172237 A1 (RENAULT SA [FR]; MALOUM ABDELMALEK [FR]; KETFI-CHERIF AHMED [FR]) 20 December 2012 (2012-12-20) the whole document	1-7
A	FR 2 800 935 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11 May 2001 (2001-05-11) cited in the application the whole document	1-7
A	FR 2 779 017 A1 (INST NAT POLYTECH GRENoble [FR]) 26 November 1999 (1999-11-26) cited in the application the whole document	1-7
A	EP 0 884 835 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16 December 1998 (1998-12-16) cited in the application the whole document	1-7
A	EP 0 840 441 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6 May 1998 (1998-05-06) cited in the application the whole document	1-7
A	EP 0 047 893 A2 (SIEMENS AG [DE]) 24 March 1982 (1982-03-24) cited in the application the whole document	1-7
A	WO 97/31798 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; EISENHARDT MARTIN [DE]) 4 September 1997 (1997-09-04) cited in the application the whole document	1-7
A	EP 0 617 505 A1 (MARQUARDT GMBH [DE]) 28 September 1994 (1994-09-28) cited in the application the whole document	1-7
A	EP 0 461 511 A1 (KONE ELEVATOR GMBH [CH]; MONTGOMERY ELEVATOR [US]) 18 December 1991 (1991-12-18) cited in the application the whole document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/052385

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4926105	A	15-05-1990	CH 681123 A5 15-01-1993 DE 3704387 A1 25-08-1988 DE 3744905 C2 10-10-1991 FR 2614481 A1 28-10-1988 GB 2201308 A 24-08-1988 JP S63245289 A 12-10-1988 SE 456467 B 03-10-1988 US 4926105 A 15-05-1990
US 2003015988	A1	23-01-2003	CN 1383260 A 04-12-2002 DE 10133710 A1 28-05-2003 JP 4411796 B2 10-02-2010 JP 2002330600 A 15-11-2002 US 2003015988 A1 23-01-2003
DE 19648534	A1	28-05-1998	NONE
US 2012001587	A1	05-01-2012	AU 2009345453 A1 17-11-2011 CA 2760288 A1 04-11-2010 CN 102414978 A 11-04-2012 EP 2426814 A1 07-03-2012 JP 4459301 B1 28-04-2010 KR 20120011013 A 06-02-2012 US 2012001587 A1 05-01-2012 WO 2010125637 A1 04-11-2010
WO 2012172237	A1	20-12-2012	CN 103688461 A 26-03-2014 EP 2721729 A1 23-04-2014 FR 2976746 A1 21-12-2012 JP 2014517677 A 17-07-2014 US 2014132196 A1 15-05-2014 WO 2012172237 A1 20-12-2012
FR 2800935	A1	11-05-2001	DE 19928481 A1 28-12-2000 FR 2800935 A1 11-05-2001 GB 2352843 A 07-02-2001 IT MI20001318 A1 13-12-2001 JP 2001025300 A 26-01-2001 US 6718273 B1 06-04-2004
FR 2779017	A1	26-11-1999	EP 0959556 A1 24-11-1999 FR 2779017 A1 26-11-1999 US 6239574 B1 29-05-2001
EP 0884835	A1	16-12-1998	DE 19724946 A1 24-12-1998 EP 0884835 A1 16-12-1998 US 5994867 A 30-11-1999
EP 0840441	A1	06-05-1998	AT 180120 T 15-05-1999 DE 59601892 D1 17-06-1999 EP 0840441 A1 06-05-1998
EP 0047893	A2	24-03-1982	CA 1186727 A 07-05-1985 DE 3034252 A1 15-04-1982 EP 0047893 A2 24-03-1982 JP S5778390 A 17-05-1982 JP S6042712 B2 24-09-1985 US 4447787 A 08-05-1984

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/052385

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
WO 9731798	A1	04-09-1997	AT 185326 T 15-10-1999
			DE 19608039 A1 04-09-1997
			EP 0883511 A1 16-12-1998
			JP 2000505639 A 09-05-2000
			US 5998959 A 07-12-1999
			WO 9731798 A1 04-09-1997
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
EP 0617505	A1	28-09-1994	DE 4309011 A1 22-09-1994
			EP 0617505 A1 28-09-1994
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
EP 0461511	A1	18-12-1991	AT 114088 T 15-11-1994
			AU 647128 B2 17-03-1994
			AU 7829891 A 29-10-1992
			CA 2044220 A1 13-12-1991
			DE 69105050 D1 15-12-1994
			DE 69105050 T2 01-06-1995
			EP 0461511 A1 18-12-1991
			ES 2067802 T3 01-04-1995
			FI 902932 A 13-12-1991
			US 5194797 A 16-03-1993
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02P21/00 ADD.</p>		
<p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>		
<p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p>		
<p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02P</p>		
<p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p>		
<p>Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 926 105 A (MISCHENKO VLADISLAV A [SU] ET AL) 15 mai 1990 (1990-05-15) colonne 32, ligne 46 - colonne 56, ligne 62; revendication 1	1-7
A	US 2003/015988 A1 (GIUSEPPE GUIDI [JP]) 23 janvier 2003 (2003-01-23) abrégé	1-7
A	DE 196 48 534 A1 (INNOTAS GMBH ANTRIEBS UND SICH [DE]) 28 mai 1998 (1998-05-28) le document en entier	1-7
A	US 2012/001587 A1 (KONO MASAKI [JP] ET AL) 5 janvier 2012 (2012-01-05) le document en entier	1-7
	-/--	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</p>		
<p>* Catégories spéciales de documents cités:</p>		
<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p>		<p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>
<p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p>		
<p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p>		
<p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p>		
<p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>		
<p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p>		
<p>1 décembre 2015</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p>08/12/2015</p>
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p>Closa, Daniel</p>

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2012/172237 A1 (RENAULT SA [FR]; MALOUM ABDELMALEK [FR]; KETFI-CHERIF AHMED [FR]) 20 décembre 2012 (2012-12-20) le document en entier	1-7
A	FR 2 800 935 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11 mai 2001 (2001-05-11) cité dans la demande le document en entier	1-7
A	FR 2 779 017 A1 (INST NAT POLYTECH GRENOBLE [FR]) 26 novembre 1999 (1999-11-26) cité dans la demande le document en entier	1-7
A	EP 0 884 835 A1 (SIEMENS AG [DE]) 16 décembre 1998 (1998-12-16) cité dans la demande le document en entier	1-7
A	EP 0 840 441 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6 mai 1998 (1998-05-06) cité dans la demande le document en entier	1-7
A	EP 0 047 893 A2 (SIEMENS AG [DE]) 24 mars 1982 (1982-03-24) cité dans la demande le document en entier	1-7
A	WO 97/31798 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; EISENHARDT MARTIN [DE]) 4 septembre 1997 (1997-09-04) cité dans la demande le document en entier	1-7
A	EP 0 617 505 A1 (MARQUARDT GMBH [DE]) 28 septembre 1994 (1994-09-28) cité dans la demande le document en entier	1-7
A	EP 0 461 511 A1 (KONE ELEVATOR GMBH [CH]; MONTGOMERY ELEVATOR [US]) 18 décembre 1991 (1991-12-18) cité dans la demande le document en entier	1-7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/052385

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4926105	A	15-05-1990	CH 681123 A5	15-01-1993
			DE 3704387 A1	25-08-1988
			DE 3744905 C2	10-10-1991
			FR 2614481 A1	28-10-1988
			GB 2201308 A	24-08-1988
			JP S63245289 A	12-10-1988
			SE 456467 B	03-10-1988
			US 4926105 A	15-05-1990

US 2003015988	A1	23-01-2003	CN 1383260 A	04-12-2002
			DE 10133710 A1	28-05-2003
			JP 4411796 B2	10-02-2010
			JP 2002330600 A	15-11-2002
			US 2003015988 A1	23-01-2003

DE 19648534	A1	28-05-1998	AUCUN	

US 2012001587	A1	05-01-2012	AU 2009345453 A1	17-11-2011
			CA 2760288 A1	04-11-2010
			CN 102414978 A	11-04-2012
			EP 2426814 A1	07-03-2012
			JP 4459301 B1	28-04-2010
			KR 20120011013 A	06-02-2012
			US 2012001587 A1	05-01-2012
			WO 2010125637 A1	04-11-2010

WO 2012172237	A1	20-12-2012	CN 103688461 A	26-03-2014
			EP 2721729 A1	23-04-2014
			FR 2976746 A1	21-12-2012
			JP 2014517677 A	17-07-2014
			US 2014132196 A1	15-05-2014
			WO 2012172237 A1	20-12-2012

FR 2800935	A1	11-05-2001	DE 19928481 A1	28-12-2000
			FR 2800935 A1	11-05-2001
			GB 2352843 A	07-02-2001
			IT MI20001318 A1	13-12-2001
			JP 2001025300 A	26-01-2001
			US 6718273 B1	06-04-2004

FR 2779017	A1	26-11-1999	EP 0959556 A1	24-11-1999
			FR 2779017 A1	26-11-1999
			US 6239574 B1	29-05-2001

EP 0884835	A1	16-12-1998	DE 19724946 A1	24-12-1998
			EP 0884835 A1	16-12-1998
			US 5994867 A	30-11-1999

EP 0840441	A1	06-05-1998	AT 180120 T	15-05-1999
			DE 59601892 D1	17-06-1999
			EP 0840441 A1	06-05-1998

EP 0047893	A2	24-03-1982	CA 1186727 A	07-05-1985
			DE 3034252 A1	15-04-1982
			EP 0047893 A2	24-03-1982
			JP S5778390 A	17-05-1982
			JP S6042712 B2	24-09-1985
			US 4447787 A	08-05-1984

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/052385

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9731798	A1	04-09-1997	AT 185326 T	15-10-1999
			DE 19608039 A1	04-09-1997
			EP 0883511 A1	16-12-1998
			JP 2000505639 A	09-05-2000
			US 5998959 A	07-12-1999
			WO 9731798 A1	04-09-1997
EP 0617505	A1	28-09-1994	DE 4309011 A1	22-09-1994
			EP 0617505 A1	28-09-1994
EP 0461511	A1	18-12-1991	AT 114088 T	15-11-1994
			AU 647128 B2	17-03-1994
			AU 7829891 A	29-10-1992
			CA 2044220 A1	13-12-1991
			DE 69105050 D1	15-12-1994
			DE 69105050 T2	01-06-1995
			EP 0461511 A1	18-12-1991
			ES 2067802 T3	01-04-1995
			FI 902932 A	13-12-1991
			US 5194797 A	16-03-1993