



DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
23.03.2022 Bulletin 2022/12

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B61C 15/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21197866.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B61C 15/06

(22) Date de dépôt: **21.09.2021**

(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: **ALSTOM Transport Technologies**
93400 Saint-Ouen-sur-Seine (FR)

(72) Inventeur: **RODET, Alain**
71100 CHALON SUR SAONE (FR)

(74) Mandataire: **Lavoix**
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(30) Priorité: **21.09.2020 FR 2009544**

(54) **VÉHICULE ÉLECTRIQUE, NOTAMMENT LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE, À DEUX ONDULEURS ALTERNÉS ET PROCÉDÉ CORRESPONDANT**

(57) Véhicule (10) électrique, notamment locomotive électrique, comprenant :

- au moins un premier bogie (18) et un deuxième bogie (20), le premier bogie étant situé en avant du deuxième bogie selon une direction de traction (T) dans un sens de traction, le premier bogie (comportant au moins un premier essieu (32), et un deuxième essieu (34) situé en arrière du premier essieu, le deuxième bogie comprenant au moins un troisième essieu (36) et un quatrième essieu (38) situé en arrière du troisième essieu,

- un système (30) d'alimentation électrique comportant au moins un premier onduleur (44) et un deuxième onduleur (46), et
- quatre moteurs (M1, M2, M3, M4) adaptés pour entraîner respectivement lesdits essieux.

Les premier et troisième moteurs sont reliés électriquement au premier onduleur. Les deuxième et quatrième moteurs sont reliés électriquement au deuxième onduleur.

Procédé de traction correspondant.

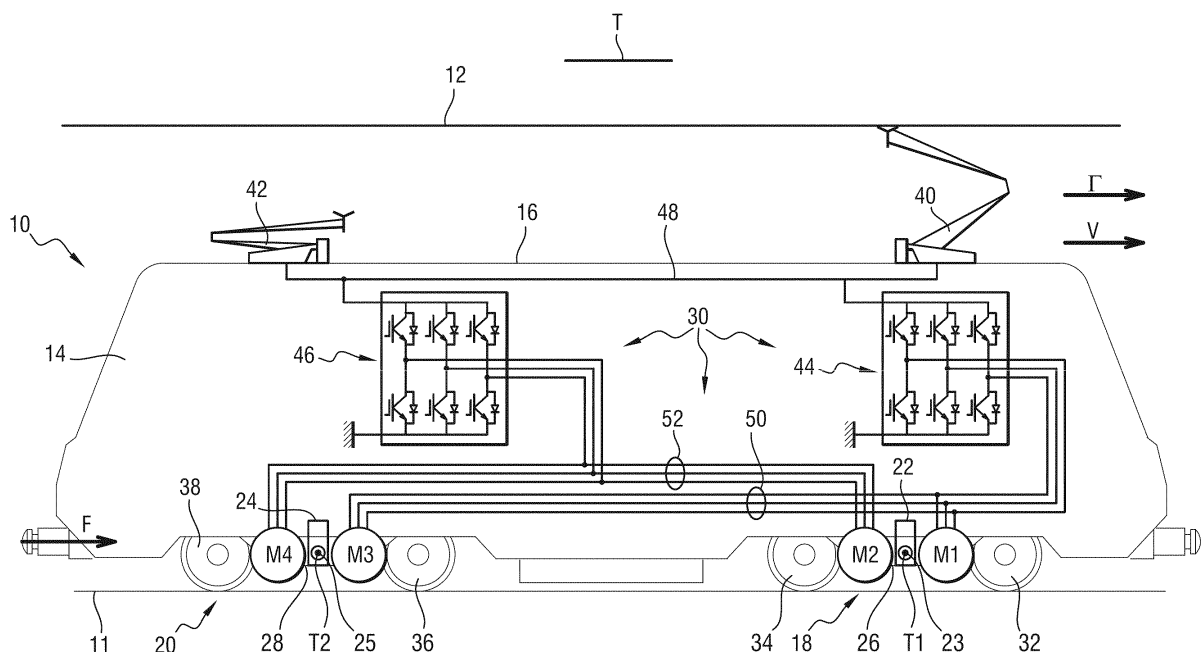


FIG.1

Description

[0001] La présente invention concerne un véhicule électrique, notamment locomotive électrique, comprenant :

- au moins un premier bogie et un deuxième bogie, le premier bogie étant situé en avant du deuxième bogie selon une direction de traction de la locomotive et dans un sens de traction, le premier bogie comprenant au moins un premier essieu, et un deuxième essieu situé en arrière du premier essieu dans la direction de traction, le deuxième bogie comprenant au moins un troisième essieu et un quatrième essieu situé en arrière du troisième essieu dans la direction de traction,
- un système d'alimentation électrique comportant au moins un premier onduleur et un deuxième onduleur, et
- au moins un premier moteur, un deuxième moteur, un troisième moteur et un quatrième moteur adaptés pour entraîner respectivement le premier essieu, le deuxième essieu, le troisième essieu et le quatrième essieu.

[0002] L'invention concerne aussi un procédé de traction correspondant.

[0003] Les locomotives ont au moins deux bogies à deux essieux de deux roues chacun, soit quatre roues par bogie, et huit roues en tout. Chaque essieu est en général entraîné en rotation par un moteur électrique qui lui est propre. Par souci d'économie et pour gagner en poids, les deux moteurs de chaque bogie sont alimentés par un même onduleur, lui-même relié électriquement à une source externe d'énergie électrique, par exemple via un pantographe en contact avec une caténaire.

[0004] Lorsque que la locomotive exerce une force de traction de 300 kN ou plus et qu'elle est en phase d'accélération, la caisse a tendance à se cabrer et le premier bogie, situé plus à l'avant, est moins chargé verticalement que le deuxième bogie situé plus à l'arrière. En outre, pour les mêmes raisons, le premier essieu est moins chargé verticalement que le deuxième, et le troisième est moins chargé que le quatrième.

[0005] Par conséquent, certaines roues appuient moins sur les rails que les roues que d'autres et risquent de patiner, avec une perte de puissance de traction.

[0006] Pour limiter ces effets, il est connu d'utiliser des barres de traction disposées aussi bas que possible entre la caisse et les bogies, de chaque côté des bogies dans la direction de traction. Toutefois, ces barres de traction présentent des inconvénients. Elles sont encombrantes et nécessitent plusieurs points de connexion entre les bogies et la caisse. En outre, les barres de traction provoquent des variations de charge importantes au niveau des suspensions primaires, ce qui dans les phases de patinage et de reprise d'adhérence peut occasionner des variations rapides et brutales de charges aux suspensions primaires et engendrer des mises en résonance en galop du bogie sur ses suspensions primaires (i. e. entre la caisse et les châssis de bogies) qui sont difficiles à gérer.

[0007] Aussi, on préfère aux barres de traction un dispositif d'entraînement dit à « pivot », placé au centre du bogie approximativement dans le plan des essieux et des suspensions primaires, pour éviter ce phénomène de galop. En contrepartie, cet entraînement à « pivot » a pour effet d'accentuer la différence de charge verticale entre les essieux avant et arrière d'un même bogie. Avec un seul onduleur par bogie, la puissance transmise aux moteurs de chacun des bogies est donc adaptée à l'essieu avant de chaque bogie. Il en résulte que, toutes choses égales par ailleurs, la performance de traction est réduite d'environ 20% par rapport à une locomotive comportant des barres de traction ou comportant quatre onduleurs affectés respectivement aux quatre moteurs.

[0008] Un but de l'invention est de remédier aux inconvénients précités, c'est-à-dire en particulier de fournir un véhicule électrique, notamment une locomotive, dont la performance de traction est améliorée, moins lourde et onéreuse qu'un véhicule ayant un nombre d'onduleurs égal au nombre de moteurs, et sans les inconvénients inhérents aux barres de traction.

[0009] A cet effet, l'invention a pour objet un véhicule électrique selon la revendication 1.

[0010] Selon des modes de réalisation particuliers, le véhicule comprend l'une ou plusieurs des caractéristiques correspondant aux revendications 2 à 8, prise(s) seules ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles.

[0011] L'invention a également pour objet un procédé de traction selon la revendication 9.

[0012] Selon un mode de réalisation particulier, le procédé est selon la revendication 10.

[0013] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant au dessin annexé, sur lequel la figure 1 est une vue schématique, de côté, d'une locomotive selon l'invention.

[0014] En référence à la figure 1, on décrit un véhicule 10 selon l'invention, et plus particulièrement une locomotive 10. En variante, le véhicule est un tram ou un véhicule routier, par exemple un bus.

[0015] La locomotive 10 est par exemple adaptée pour rouler sur des rails 11 (dont un seul est schématisé sur la figure 1) et pour tracter un ou plusieurs autres véhicules ferroviaires (non représentés). La locomotive 10 est par exemple adaptée pour recevoir de l'énergie électrique d'une caténaire 12.

[0016] La locomotive 10 a par exemple une masse de 21 tonnes par essieu environ et est avantageusement adaptée pour exercer un effort de traction F supérieur ou égal à 300 kN.

[0017] La locomotive 10 possède par exemple une vitesse V et une accélération Γ selon une direction de traction T définie par la caténaire 12.

[0018] La locomotive 10 comprend une caisse 14 définissant un toit 16. La locomotive 10 comprend un premier bogie 18 et un deuxième bogie 20, le premier bogie 18 étant situé en avant du deuxième bogie 20 selon la direction de traction T dans un sens de traction défini par la marche (la vitesse V) de la locomotive 10.

[0019] Les mots « avant » et « arrière » sont utilisés pour faciliter la présente description en référence au sens de circulation de la locomotive 10. Toutefois, comme la locomotive est avantageusement adaptée pour circuler dans les deux sens selon la direction de traction T , « avant » signifie en fait « d'un côté donné de la locomotive selon la direction de traction » et « arrière » signifie « de l'autre côté ».

[0020] La locomotive 10 comprend avantageusement une première suspension 22 et une deuxième suspension 24 reliant la caisse 14 respectivement à des châssis 26, 28 du premier bogie 18 et du deuxième bogie 20. La locomotive comprend aussi des dispositifs d'entraînement 23, 25 dits « pivots », adaptés pour entraîner la caisse 14 depuis les châssis 26, 28 des bogies.

[0021] La locomotive 10 comprend aussi un système 30 d'alimentation électrique adapté notamment pour distribuer l'énergie électrique à un premier moteur $M1$ et un deuxième moteur $M2$ du premier bogie 18, et à un troisième moteur $M3$ et un quatrième moteur $M4$ du deuxième bogie 20.

[0022] Selon une variante non représentée, la locomotive 10 a plus de deux bogies, par exemple trois.

[0023] Selon une autre variante non représentée, la locomotive 10 est adaptée pour recevoir l'énergie électrique d'un troisième rail (non représenté).

[0024] Le premier bogie 18 comprend un premier essieu 32 et un deuxième essieu 34 montés sur le châssis 26 et entraînés en rotation respectivement par le premier moteur $M1$ et le deuxième moteur $M2$.

[0025] Le deuxième bogie 20 est par exemple structurellement analogue au premier bogie 18. Le deuxième bogie 20 comprend un troisième essieu 36 et un quatrième essieu 38 montés sur le châssis 28 et entraînés en rotation respectivement par le troisième moteur $M3$ et le quatrième moteur $M4$.

[0026] Selon une variante non représentée, le premier bogie 18 et le deuxième bogie 20 ont plus de deux essieux, par exemple trois.

[0027] Le deuxième essieu 34 et le quatrième essieu 38 sont situés respectivement en arrière du premier essieu 32 et du troisième essieu 36 dans la direction de traction T .

[0028] Les dispositifs d'entraînement 23, 25 sont avantageusement adaptés pour autoriser une rotation de la caisse 14 respectivement autour d'une première direction transversale $T1$ et d'une deuxième direction transversale $T2$ par rapport aux châssis 26, 28.

[0029] Les dispositifs d'entraînement 23, 25 sont par exemple situés sensiblement au milieu du premier bogie 18 et du deuxième bogie 20 dans la direction de traction T . Les dispositifs d'entraînement 23, 25 forment par exemple des liaisons rotule entre la caisse et les châssis 26, 28, et autorisent avantageusement un débattement de la caisse par rapport aux châssis respectivement dans les directions transversales $T1$, $T2$, et verticalement.

[0030] Par exemple, les dispositifs d'entraînement 23, 25 se situent approximativement dans le plan des essieux et des éventuelles suspensions primaires des bogies auxquels ils appartiennent.

[0031] La première direction transversale $T1$ et la deuxième direction transversale $T2$ sont sensiblement orthogonales à la direction de traction T .

[0032] La première direction transversale $T1$ et la deuxième direction transversale $T2$ sont horizontales lorsque les rails 11 sont horizontaux.

[0033] Il existe aussi avantageusement des suspensions (non représentées) dites « primaires » entre les châssis 26, 28 et les essieux 32, 34, 36, 38, les suspensions 22 et 24 étant alors dites « secondaires ».

[0034] Le système 30 comprend par exemple deux pantographes 40, 42 fixés sur le toit 16 et mobiles sélectivement par rapport à la caisse 14 entre une position abaissée, dans laquelle ils ne sont pas en contact avec la caténaire 12, et une position relevée, dans laquelle ils sont en contact électrique avec la caténaire.

[0035] Le système 30 comprend un premier onduleur 44 et un deuxième onduleur 46 reliés électriquement aux pantographes 40, 42 par un circuit amont 48.

[0036] Le système 30 comprend un premier circuit aval 50 reliant électriquement le premier onduleur 44 au premier moteur $M1$ et au troisième moteur $M3$. Le système 30 comprend aussi un deuxième circuit aval 52, non connecté électriquement au premier circuit aval 50, et reliant électriquement le deuxième onduleur 46 au deuxième moteur $M2$ et au quatrième moteur $M4$.

[0037] Le circuit amont est par exemple configuré pour que le premier onduleur 44 et le deuxième onduleur 46 soient électriquement en parallèle l'un de l'autre.

[0038] Le premier circuit aval 50 est par exemple respectivement configuré pour le premier moteur $M1$ et le troisième moteur $M3$ soient électriquement en parallèle l'un de l'autre.

[0039] Le deuxième circuit aval 52 est par exemple respectivement configuré pour le deuxième moteur $M2$ et le quatrième moteur $M4$ soient électriquement en parallèle l'un de l'autre.

[0040] Le premier onduleur 44 est adapté pour transmettre une première puissance électrique au premier moteur M1 et au troisième moteur M3 considérés ensemble.

[0041] Le deuxième onduleur 46 est adapté pour transmettre une deuxième puissance électrique au deuxième moteur M2 et au quatrième moteur M4 considérés ensemble, le système 30 étant avantageusement configuré pour que la deuxième puissance soit supérieure à la première puissance pendant une phase d'accélération de la locomotive 10. Ceci permet d'envoyer plus de puissance aux essieux arrière des bogies.

[0042] Avantageusement, la différence entre la première puissance et la deuxième puissance est fonction de l'effort de traction F.

[0043] Le premier onduleur 44 et le deuxième onduleur 46 sont adaptés pour délivrer sous une certaine tension, un courant triphasé aux moteurs, à une fréquence variable.

[0044] Entre les moteurs M1 à M4 et les essieux 32, 34, 36, 38, il existe des réducteurs (non représentés). Les moteurs M1 à M4 sont avantageusement suspendus au châssis de bogie, et dans ce cas reliés par un accouplement à des réducteurs semi suspendus, ou sont suspendus par le nez, et dans ce cas font corps avec les réducteurs pour constituer un ensemble appelé « canon-box ».

[0045] Le fonctionnement du véhicule, et notamment de la locomotive 10, découle de sa structure et va maintenant être brièvement décrit. Ce fonctionnement illustre un procédé selon l'invention.

[0046] La locomotive 10 roule sur les rails 11 avec la vitesse V. La locomotive 10 est en phase d'accélération et développe un effort de traction F supérieur ou égal à 300 kN. Cet effort de traction F provoque en réaction un cabrage de la locomotive 10, et un cabrage des châssis des bogies 18 et 20 Ceci fait que la première suspension 22 est moins chargée verticalement que la deuxième suspension 24.

[0047] De plus, au sein du premier bogie 18, le deuxième essieu 34 est plus chargé que le premier essieu 32. Au sein du deuxième bogie 20, le quatrième essieu 38 est plus chargé que le troisième essieu 36.

[0048] Lorsque que la locomotive circule en sens contraire (vers la gauche de la figure 1), ces relations d'ordre s'inversent.

[0049] Le premier onduleur 44 et le deuxième onduleur 46 reçoivent de l'énergie électrique en provenance du pantographe 40 dans la position relevée.

[0050] Le premier onduleur 44 délivre la première puissance électrique au premier moteur M1 et au troisième moteur M3 considérés ensemble. Le deuxième onduleur 46 délivre la deuxième puissance électrique au deuxième moteur M2 et au quatrième moteur M4 considérés ensemble. Le système 30 est commandé pour que la deuxième puissance soit supérieure à la première puissance lorsque la locomotive accélère.

[0051] Les moteurs M1 à M4 entraînent en conséquence les essieux 32 à 38.

[0052] Ainsi, le deuxième onduleur 46 est limité en puissance non pas par le troisième essieu 36, mais par le deuxième essieu 34, plus chargé que le troisième essieu, ce qui permet de maximiser la charge adhérente sans risquer un patinage de l'une des roues des essieux 32 à 38.

[0053] Grâce aux caractéristiques décrites ci-dessus, la performance de traction de la locomotive 10 est améliorée. De plus, la locomotive 10 est moins lourde et onéreuse qu'une locomotive ayant un nombre d'onduleurs égal au nombre de moteurs, et ne présente pas les inconvénients inhérents aux barres de traction.

[0054] Bien que le croisement des onduleurs soit particulièrement intéressant pour les locomotives, le principe s'applique également à d'autres véhicules

Exemples comparatifs

[0055] Les exemples suivants ont été calculés pour une locomotive analogue à la locomotive 10, c'est-à-dire à deux bogies et quatre essieux, ayant une masse de 21 tonnes par essieux et développant une traction de 300 kN.

[0056] Dans une première série d'exemples, la locomotive est équipée de barres de traction telles qu'évoquées dans le préambule du présent document. Les moteurs et réducteurs sont du type canon box (moteur suspendu par le nez), c'est-à-dire que leurs masses reposent essentiellement sur les essieux. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant.

[Tableau 1]

		Evolution de la charge (%)				Charge adhérente globale
Secondaire		Deuxième bogie		Premier bogie		
		+ 21,2		+09		
Primaire		-13	+31	-31	+13	
Nombre et branchement onduleurs		Quatrième essieu	Troisième essieu	Deuxième essieu	Premier essieu	
Nombre et branchement onduleurs						
Rail	1 onduleur / essieu	+ 7,4	+ 7,1	- 7,1	- 7,4	100 %
	1 onduleur / bogie	+ 7,1	+ 7,1	- 7,4	- 7,4	99,8 %

Tableau 1 : Résultats avec barres de traction et moteurs non-suspendus.

[0057] Le premier bogie 18 est surchargé de +0,9% au niveau de la première suspension 22, tandis que le deuxième bogie 20 est surchargé de +21,2% au niveau de la deuxième suspension 24.

[0058] Au niveau des rails 11, les roues du premier essieu 32 sont chargées à -7,4% (elles sont donc déchargées, appuient moins sur les rails). Les roues du deuxième essieu 34 sont chargées à -7,1% (donc un peu plus chargées que celles du premier essieu 32). Les roues du troisième essieu 36 sont chargées à +7,1% (elles sont donc en surcharge). Les roues du quatrième essieu 38 sont chargées à +7,4%. Donc, si l'on dispose d'un onduleur par essieu, c'est à dire de quatre onduleurs dans l'exemple, on peut adapter la puissance transmise à chacun des moteurs M1 à M4 des essieux. Les moteurs M1 à M4 reçoivent des puissances modulées respectivement à -7,1%, -7,4%, +7,1% et +7,4% par rapport à une situation statique (sans cabrage de la locomotive). La puissance totale transmise aux moteurs varie donc de 0% : on conserve 100% de la charge adhérente globale malgré le cabrage de la locomotive entraîné par la traction F.

[0059] Si l'on ne dispose que de deux onduleurs affectés respectivement aux deux bogies (contrairement à l'invention), chaque moteur d'un même bogie reçoit la même puissance. La puissance transmise par chaque onduleur est donc adaptée au moteur de l'essieu le moins chargé du bogie considéré. Ainsi, la puissance transmise est modulée à -7,4% pour le premier essieu 32 et le deuxième essieu 34, et à +7,1% pour le troisième essieu 36 et le quatrième essieu 38. La puissance totale est très peu réduite et l'on conserve 99,8% de la charge adhérente globale.

[0060] Ceci illustre le fait que les barres de traction sont un bon moyen de préserver la charge adhérente, même quand on ne dispose que de deux onduleurs affectés respectivement aux deux bogies. Les barres de tractions agissent en réduisant les déséquilibres entre essieux au sein d'un bogie. Toutefois, les barres de tractions présentent d'importants inconvénients déjà signalés plus haut, et en particulier d'occasionner des variations de charge très importantes aux niveaux des suspensions primaires (de près de 45% entre les 2 essieux d'un même bogie, cumul des écarts de 31 et 13 %) ce qui, comme déjà dit plus haut peut rendre très délicat la gestion de l'anti-patinage avec des mises en résonance des châssis des bogies sur leurs suspensions primaires.

[0061] Dans une deuxième série d'exemples, la locomotive n'a plus de barres de traction et est équipée d'entraînements entre caisse et bogies de type « pivot ». Les moteurs sont suspendus au châssis de bogie et entraînent des réducteurs semi-suspendus au sens défini ci-dessus. Les résultats sont résumés dans le tableau suivant.

[Tableau 2]

		Evolution de la charge (%)				Charge adhérente Globale
Secondaire		Deuxième bogie		Premier bogie		
		+ 4,5		- 4,5		
Primaire		- 0,5	+7	- 7	+ 0,5	
Nombre et branchement des onduleurs		Quatrième essieu	Troisième essieu	Deuxième essieu	Premier essieu	
	1 onduleur / essieu	+ 20,9	- 14,3	+ 14,3	- 20,9	100 %
Rail	1 onduleur / bogie	- 14,3	- 14,3	- 20,9	- 20,9	82,4 %
	1 onduleur / bogies croisés	+ 14,3	+ 14,3	- 20,9	- 20,9	96,7 %

Tableau 2 : Résultats avec suspensions « pivot » et moteurs semi-suspendus.

[0062] Le premier bogie 18 est chargé à -4,5% (il est donc déchargé) au niveau de la première suspension 22, tandis que le deuxième bogie 20 est chargé +4,5% au niveau de la deuxième suspension 24. A nouveau le deuxième bogie 20 est plus chargé que le premier bogie 18.

[0063] Au niveau des rails 11, les roues du premier essieu 32 sont chargées à -20,9%. Les roues du deuxième essieu 34 sont chargées à +14,3%. Les roues du troisième essieu 36 sont chargées à -14,3%. Les roues du quatrième essieu 38 sont chargées à +20,9%.

[0064] Donc, si l'on dispose d'un onduleur par essieu, les moteurs M1 à M4 reçoivent des puissances modulées respectivement à -20,9%, +14,3%, -14,3% et +20,9% par rapport à une situation statique (sans cabrage de la locomotive). La puissance totale transmise aux moteurs varie donc de 0% : on conserve 100% de la charge adhérente globale malgré le cabrage de la locomotive entraîné par la traction F

[0065] Si l'on ne dispose que de deux onduleurs affectés respectivement aux deux bogies (contrairement à l'invention), chaque moteur d'un même bogie reçoit la même puissance. Ainsi, la puissance transmise, pour ne pas risquer de patiner, est modulée à -20,9% pour le premier essieu 32 et le deuxième essieu 34, et à -14,3% pour le troisième essieu 36 et le quatrième essieu 38. La puissance totale est très réduite et l'on ne conserve que 82,4% de la charge adhérente qui serait possible sans cabrage de la locomotive.

[0066] Si maintenant on relie le premier moteurs M1 et le troisième moteur M3 au premier onduleur 18, et le deuxième moteur M2 et le quatrième moteur M4 au deuxième onduleur 20 selon l'invention, la puissance transmise est modulée à -20,9% pour le premier onduleur 18, et à +14,3% pour le deuxième onduleur 20. La puissance totale est moins réduite que dans le cas précédent, et l'on conserve 96,7% de la charge adhérente théoriquement possible sans cabrage de la locomotive.

Revendications

1. Véhicule (10) électrique, notamment locomotive (10) électrique, comprenant :

- au moins un premier bogie (18) et un deuxième bogie (20), le premier bogie (18) étant situé en avant du deuxième bogie (20) selon une direction de traction (T) de la locomotive et dans un sens de traction, le premier bogie (18) comprenant au moins un premier essieu (32), et un deuxième essieu (34) situé en arrière du premier essieu (32) dans la direction de traction (T), le deuxième bogie (20) comprenant au moins un troisième essieu (36) et un quatrième essieu (38) situé en arrière du troisième essieu (36) dans la direction de traction (T),
- un système (30) d'alimentation électrique comportant au moins un premier onduleur (44) et un deuxième onduleur (46), et
- au moins un premier moteur (M1), un deuxième moteur (M2), un troisième moteur (M3) et un quatrième moteur (M4) adaptés pour entraîner respectivement le premier essieu (32), le deuxième essieu (34), le troisième essieu

(36) et le quatrième essieu (38),

caractérisé en ce que le premier moteur (M1) et le troisième moteur (M3) sont reliés électriquement au premier onduleur (44), et le deuxième moteur (M2) et le quatrième moteur (M4) sont reliés électriquement au deuxième onduleur (46).

2. Véhicule (10) selon la revendication 1, comprenant une caisse (14), le premier bogie (18) et le deuxième bogie (20) comprenant respectivement des châssis (26, 28), le véhicule (10) comprenant en outre des systèmes d'entraînement (23, 25) reliant respectivement la caisse (14) aux châssis (26, 28) du premier bogie (18) et du deuxième bogie (20), les systèmes d'entraînement (23, 25) étant adaptés pour autoriser une rotation de la caisse (14) respectivement autour d'une première direction transversale (T1) et d'une deuxième direction transversale (T2) par rapport aux châssis (26, 28) du premier bogie (18) et du deuxième bogie (20) respectivement, la première direction transversale (T1) et la deuxième direction transversale (T2) étant sensiblement orthogonales à la direction de traction (T) lorsque le véhicule (10) avance en ligne droite.
3. Véhicule (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le premier moteur (M1), le deuxième moteur (M2), le troisième moteur (M3) et le quatrième moteur (M4) ont respectivement des masses, au moins 40%, de préférence au moins 80%, de chacune des masses reposant sur les châssis (26, 28) du premier bogie (18) et du deuxième bogie (20).
4. Véhicule (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel :
 - le premier moteur (M1) et le deuxième moteur (M2) sont montés respectivement sur le premier essieu (32) et le deuxième essieu (34), et suspendus entièrement ou partiellement au châssis (26) du premier bogie (18), et
 - le troisième moteur (M3) et le quatrième moteur (M4) sont montés respectivement sur le troisième essieu (36) et le quatrième essieu (38), et suspendus entièrement ou partiellement au châssis (28) du deuxième bogie (20).
5. Véhicule (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, ayant deux bogies (18, 20) et quatre essieux (32, 34, 36, 38).
6. Véhicule (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le premier moteur (M1) et le troisième moteur (M3) sont montés électriquement en parallèle l'un de l'autre, et le deuxième moteur (M2) et le quatrième moteur (M4) sont montés électriquement en parallèle l'un de l'autre.
7. Véhicule (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le premier onduleur (44) est adapté pour transmettre une première puissance électrique au premier moteur (M1) et au troisième moteur (M3) considérés ensemble, et le deuxième onduleur (46) est adapté pour transmettre une deuxième puissance électrique au deuxième moteur (M2) et au quatrième moteur (M4) considérés ensemble, le système (30) étant configuré pour que la deuxième puissance soit supérieure à la première puissance pendant une phase d'accélération du véhicule (10), le deuxième moteur (M2) et le quatrième moteur (M4) étant situés du côté opposé au sens de la marche du véhicule (10) par rapport au premier moteur (M1) et au troisième moteur (M3) respectivement.
8. Véhicule (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle le premier onduleur (44) et le deuxième onduleur (46) sont adaptés pour délivrer, sous une certaine tension, un courant triphasé à fréquence variable.
9. Procédé de traction mettant en œuvre un véhicule (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant un entraînement du premier essieu (32), du deuxième essieu (34), du troisième essieu (36) et du quatrième essieu (38) respectivement par le premier moteur (M1), le deuxième moteur (M2), le troisième moteur (M3) et le quatrième moteur (M4).
10. Procédé de traction selon la revendication 9, dans lequel, pendant une phase d'accélération du véhicule (10), le premier onduleur (44) transmet une première puissance électrique au premier moteur (M1) et au troisième moteur (M3) considérés ensemble, et le deuxième onduleur (46) transmet une deuxième puissance électrique au deuxième moteur (M2) et au quatrième moteur (M4) considérés ensemble, la deuxième puissance étant supérieure à la première puissance, le deuxième moteur (M2) et le quatrième moteur (M4) étant situés du côté opposé au sens de la marche du véhicule (10) par rapport au premier moteur (M1) et au troisième moteur (M3) respectivement.

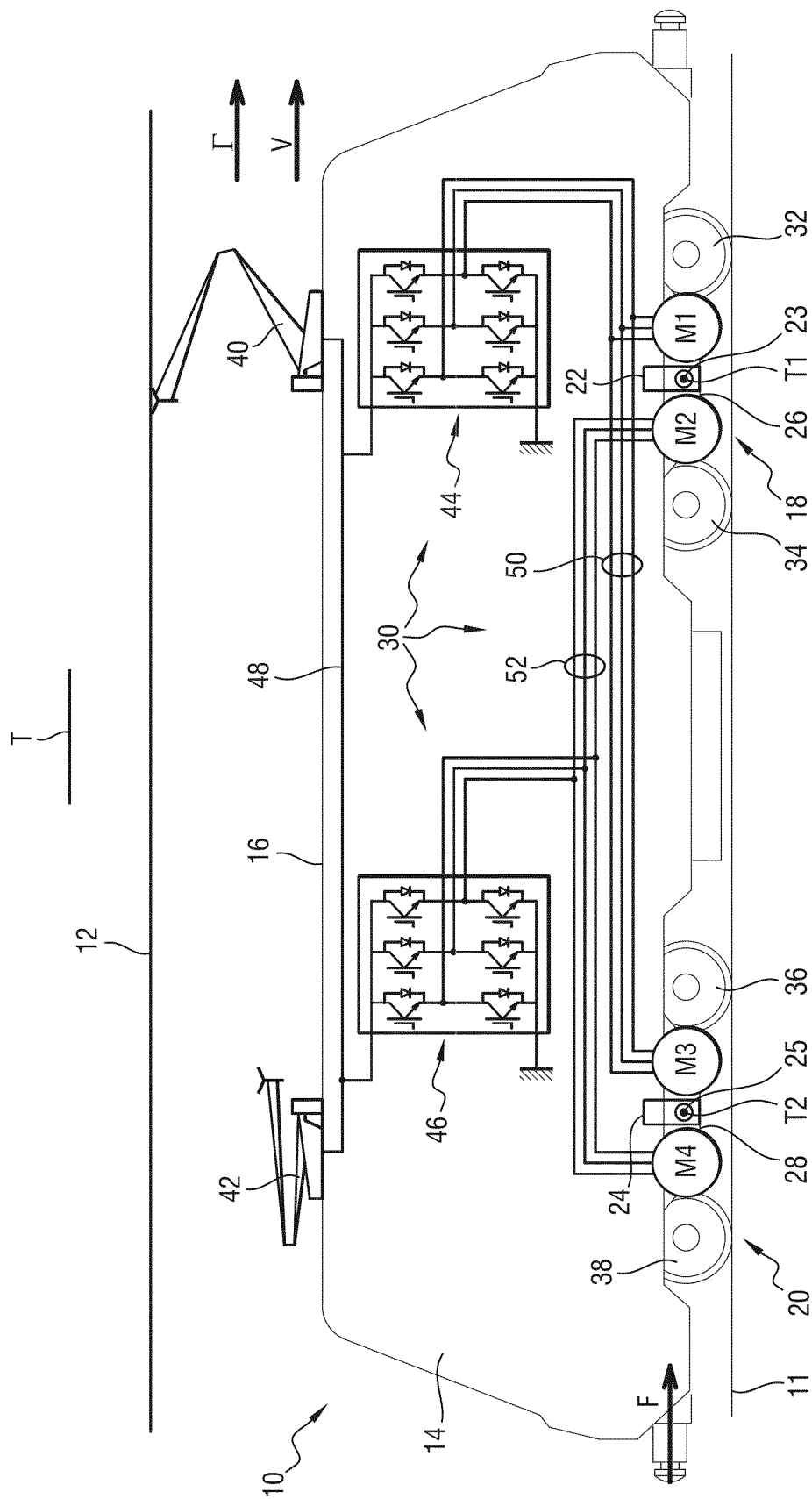


FIG.1



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 21 19 7866

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	US 6 152 546 A (DAIGLE JEFFREY LOUIS [US]) 28 novembre 2000 (2000-11-28) * figure 1 *	1-10	INV. B61C15/06
A	US 2007/001629 A1 (MCGARRY JEREMY T [US] ET AL) 4 janvier 2007 (2007-01-04) * figure 2 *	1	
A	US 2010/319567 A1 (KUMAR AJITH KUTTANNAIR [US] ET AL) 23 décembre 2010 (2010-12-23) * figure 1A *	1	
A	JP S60 148302 A (HITACHI LTD) 5 août 1985 (1985-08-05) * figure 3 *	1	
A	DE 37 37 633 A1 (HITACHI LTD [JP]) 19 mai 1988 (1988-05-19) * figure 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B61C B60T B60L
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 4 février 2022	Examineur Lorandi, Lorenzo
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 21 19 7866

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.

04-02-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6152546 A	28-11-2000	US 6152546 A	28-11-2000
		US 6499815 B1	31-12-2002
US 2007001629 A1	04-01-2007	AU 2006266295 A1	11-01-2007
		BR P10613363 A2	11-01-2011
		CA 2613519 A1	11-01-2007
		CN 101213104 A	02-07-2008
		US 2007001629 A1	04-01-2007
		WO 2007005256 A1	11-01-2007
		ZA 200800443 B	26-11-2008
US 2010319567 A1	23-12-2010	AUCUN	
JP S60148302 A	05-08-1985	JP H0467411 B2	28-10-1992
		JP S60148302 A	05-08-1985
DE 3737633 A1	19-05-1988	AU 593150 B2	01-02-1990
		CN 87107660 A	18-05-1988
		DE 3737633 A1	19-05-1988
		JP 2555038 B2	20-11-1996
		JP S63117605 A	21-05-1988
		KR 880006834 A	25-07-1988
		US 4825131 A	25-04-1989
		ZA 878279 B	29-04-1988

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