

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 024 070 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.12.2003 Bulletin 2003/49

(51) Int Cl.7: **B61C 3/00**, B61D 1/06,
B61D 3/10

(21) Numéro de dépôt: **00400088.1**

(22) Date de dépôt: **13.01.2000**

(54) **Rame ferroviaire modulaire et convoi ferroviaire formé de telles rames**

Modulare Garnitur von Eisenbahnwagen und Eisenbahnzug aus solchen Garnituren

Modular set of railway coaches and railway train formed of such sets

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorité: **27.01.1999 FR 9900885**

(43) Date de publication de la demande:
02.08.2000 Bulletin 2000/31

(73) Titulaire: **Alstom**
75116 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Devulder, Guy**
59 990 Estreux (FR)

(74) Mandataire:
de Lambilly Delorme, Marie Pierre et al
ALSTOM
Intellectual Property Department
25, Avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 578 549 EP-A- 0 630 789
EP-A- 0 631 917 EP-A- 0 633 173
DE-U- 9 411 486

• **REVUE G N RALE DES CHEMINS DE FER,**
novembre 1997 (1997-11), pages 11-26,
XP000732877 PARIS

EP 1 024 070 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne une rame ferroviaire de composition modulaire constituée de modules sous la forme de véhicules dits « à deux niveaux » (deux niveaux superposés et un niveau intermédiaire d'accès au véhicule), et un convoi ferroviaire formé de telles rames.

[0002] Plus particulièrement, l'invention a pour but de créer de tels rames et convois modulaires présentant un bon confort pour les voyageurs et, quelque soit leur composition, des masses approximativement également réparties sur toute la longueur de la rame ou du convoi, des performances pratiquement identiques d'une rame ou d'un convoi à un autre, et une bonne rentabilité pour le transporteur.

[0003] De manière connue, une conception modulaire permet de constituer des rames et des convois de grande capacité lorsque la demande de transport est importante, et cela d'autant plus que les modules sont du type à deux niveaux, et évite l'emploi de matériels surdimensionnés lorsque la demande est faible, sans que cette souplesse de mise en oeuvre implique des investissements très importants pour le transporteur. On peut noter que le confort des voyageurs implique que ceux-ci disposent d'un espace pas trop réduit, ce qui nécessite que la capacité puisse être augmentée de manière régulière, c'est-à-dire que les espaces réservés aux voyageurs dans tous les modules soient approximativement égaux.

[0004] De plus, afin que la rame ou le convoi présente un bon comportement dynamique, et de limiter l'usure des voies, il est nécessaire que les valeurs des charges des essieux soient aussi voisines que possible; pour des raisons de fiabilité et de sécurité, il est aussi nécessaire que les matériels embarqués, qu'ils soient mécaniques ou électriques, ne travaillent pas au maximum de leurs possibilités (charge par essieu, mais également puissances électriques transmise et dissipée, isolement électrique, etc.); ces matériels ne doivent donc pas être réduits en quantité ou/et en volume de manière inconsidérée, mais ils doivent plutôt être distribués de la manière la plus appropriée la solution généralement adoptée dans le cas de véhicules à un seul niveau, qui consiste à répartir les matériels le long du véhicule, pour la plupart dans des coffres disposés sous le compartiment pour les voyageurs, est inapplicable dans le cas des véhicules à deux niveaux sous peine de conduire à des véhicules de grande hauteur sortant des gabarits imposés, et de plus manquant de stabilité. La répartition des matériels doit être faite sans trop affecter la capacité en voyageurs, sans compromettre le confort de ceux-ci en réduisant le volume alloué à chacun d'eux ou en gênant les accès aux places assises et aux différentes commodités (bar, toilettes, espaces de rangement pour les bagages) y compris pour les voyageurs handicapés, et sans gêner le cheminement du personnel le long de la rame; elle doit également être compatible avec la cons-

titution des différents véhicules à partir d'une unique structure de caisse. L'invention vise également à résoudre ces problèmes.

[0005] Egalement de manière connue, l'adjonction ou le retrait de véhicules peut se répercuter sur les performances des rames ou des convois par suite des différences de niveau de motorisation introduites, et nécessiter l'adaptation des vitesses de toutes les rames et de tous les convois en circulation à la vitesse de la rame ou du convoi le plus lent, qui est, sauf incident, la rame ou le convoi dont le niveau de motorisation rapporté à la charge, est le plus bas; l'invention vise à créer des rames et des convois modulaires ne présentant pas de manière notable un tel inconvénient. Dans la suite, on caractérisera le niveau de motorisation d'un véhicule ou d'un groupe de véhicules par un taux, dit « taux de motorisation », égal au rapport du nombre d'essieux moteurs au nombre total d'essieux du véhicule ou du groupe de véhicules.

[0006] Par ailleurs, comme on l'a vu, si la modularité permet de limiter les investissements du transporteur en lui donnant la possibilité d'adapter rapidement son offre aux fluctuations de la demande au moyen d'un nombre relativement peu élevé de véhicules, en matière de rentabilité, l'abaissement du coût de l'investissement du transporteur n'est pas le seul point à prendre en considération : une bonne rentabilité, compte tenu du prix et de la longévité des véhicules, implique également une bonne adaptabilité à long terme de telle sorte que le transporteur puisse faire évoluer à peu de frais son offre sur une période longue même si certaines de ses prévisions se révèlent a posteriori erronées, ou si certaines évolutions du marché ou des superstructures ferroviaires nécessitent des modifications des matériels. Il est donc nécessaire que la standardisation des véhicules ne constitue pas un obstacle à l'évolution de ceux-ci et à la possibilité de décliner à partir de la même structure de caisse, un nombre de variantes suffisant pour permettre l'adaptabilité du parc à court terme et aussi à long terme, à moindres frais.

[0007] L'invention a pour but de remédier aux inconvénients des rames et convois connus et de satisfaire autant qu'il est possible aux conditions mentionnées ci-dessus.

[0008] A cette fin, l'invention concerne une rame ferroviaire modulaire formée d'au moins deux véhicules à deux niveaux superposés, comportant au moins un bogie comprenant au moins un essieu moteur, au moins un bogie comprenant au moins un essieu simplement porteur, et des matériels embarqués comprenant au moins un bloc électronique d'alimentation pour alimenter en énergie de traction un ou plusieurs moteurs de traction, au moins un équipement d'alimentation en énergie de traction pour alimenter en énergie le bloc, au moins un équipement d'alimentation en énergie auxiliaire pour fournir de l'énergie à des appareils auxiliaires, et au moins un dispositif de raccordement à un réseau aérien d'alimentation en énergie, dans laquelle on défi-

nit le taux de motorisation d'un véhicule ou d'un groupe de véhicules comme étant le rapport du nombre d'essieux moteurs au nombre total d'essieux du véhicule ou du groupe de véhicules, caractérisée en ce qu'au moins un véhicule comporte au moins un bogie comprenant au moins un essieu moteur et au moins un bogie comprenant au moins un essieu simplement porteur, à au moins un bogie de la rame comprenant au moins un essieu simplement porteur est associé au moins l'un desdits matériels embarqués disposé approximativement au-dessus de ce bogie, et le rapport entre les deux taux respectifs de motorisation de deux groupes de deux véhicules quelconques de la rame est égal au moins à 1/3 et au plus à 3.

[0009] Grâce à ces caractéristiques, déjà une rame comptant uniquement deux véhicules est motorisée de manière adaptée au nombre de voyageurs qu'elle peut transporter, et non largement sur-motorisée de manière conventionnelle en vue de pouvoir ajouter des véhicules simplement porteurs aux deux véhicules initiaux, et les valeurs des charges totales au niveau de la plupart des bogies si ce n'est de la totalité d'entre eux peuvent être rendues très voisines.

[0010] La rame selon l'invention peut de plus présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- au moins un bogie comprenant au moins un essieu moteur comprend deux essieux moteurs ;
- au moins un bogie comprenant au moins un essieu simplement porteur comprend deux essieux simplement porteurs ;
- au moins un bloc électronique d'alimentation est disposé approximativement au-dessus d'un bogie comprenant au moins un essieu moteur ;
- au moins un bloc électronique d'alimentation comprend au moins un onduleur et est disposé dans le toit du véhicule ;
- approximativement au-dessus d'au moins un bogie comprenant au moins un essieu moteur, est disposé un dispositif de freinage rhéostatique ;
- au moins un équipement d'alimentation est disposé approximativement au-dessus d'un bogie comprenant au moins un essieu simplement porteur ;
- au moins un équipement d'alimentation en énergie de traction comprend au moins un transformateur électrique ;
- au moins un équipement d'alimentation en énergie de traction comprend au moins une inductance de filtre ;
- à au moins un bogie comprenant au moins un essieu simplement porteur, sont associés au moins un équipement d'alimentation, et un dispositif de raccordement à un réseau aérien d'alimentation électrique, disposés approximativement au-dessus de ce bogie ;
- la rame comporte au moins un véhicule à deux niveaux superposés interposé entre deux véhicules d'extrémités, et ce véhicule interposé comporte un

bogie comprenant au moins un essieu moteur et un bogie comprenant au moins un essieu simplement porteur ;

- le bogie comprenant au moins un essieu moteur d'au moins un véhicule interposé comprend deux essieux moteurs ;
- le bogie comprenant au moins un essieu simplement porteur d'au moins un véhicule interposé comprend deux essieux simplement porteurs ;
- la rame comporte un véhicule supplémentaire à deux niveaux superposés interposé entre deux véhicules, comportant deux bogies simplement porteurs ;
- la rame comporte un véhicule à deux niveaux superposés interposé entre deux véhicules d'extrémités, comportant deux bogies dont l'un comprend deux essieux moteurs et l'autre comprend au moins un essieu moteur ;
- la rame comporte un véhicule à deux niveaux superposés interposé entre deux véhicules d'extrémités, comportant deux bogies dont l'un comprend deux essieux simplement porteurs et l'autre comprend au moins un essieu simplement porteur.

[0011] Ainsi, l'adjonction de véhicules entre les deux véhicules d'extrémités s'accompagne d'une augmentation approximativement proportionnelle de la capacité en voyageurs et de la motorisation, et même, à un certain niveau de motorisation, celle-ci permet l'adjonction d'un véhicule non motorisé sans faire apparaître une sous-motorisation sensible de la rame.

[0012] L'invention consiste également en un convoi ferroviaire comportant au moins deux rames telles que définies ci-dessus, reliées par des moyens de liaison amovible.

[0013] Ainsi, il est possible de créer un convoi de grande capacité à partir d'un faible nombre de modèles de véhicules.

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre de formes de réalisation de celle-ci données à titre d'exemples non limitatifs et illustrées par les dessins joints dans lesquels :

- les figures 1A et 1B montrent schématiquement l'implantation des matériels embarqués dans une rame selon l'invention à deux véhicules, respectivement en vue de côté et en vue de dessus,
- les figures 2A et 2B montrent schématiquement l'implantation des matériels embarqués dans une autre rame selon l'invention, à trois véhicules, réalisée à partir de la rame des figures 1A et 1B, respectivement en vue de côté et en vue de dessus,
- les figures 3A et 3B montrent schématiquement l'implantation des matériels embarqués dans une autre rame selon l'invention, à quatre véhicules, réalisée à partir de la rame des figures 2A et 2B, respectivement en vue de côté et en vue de dessus,

et

- les figures 4A et 4B montrent schématiquement l'implantation des matériels embarqués dans une autre rame selon l'invention, à cinq véhicules, réalisée à partir de la rame des figures 3A et 3B.

[0015] Les rames ferroviaires selon l'invention représentées sur les figures sont des rames dites à deux niveaux (deux niveaux superposés et un niveau intermédiaire) à traction électrique. Dans de telles rames ferroviaires, en dehors des moteurs, les matériels embarqués comprennent des équipements relativement lourds, et également des appareils notablement plus légers, et l'uniformisation des charges par bogie voire par essieu ne peut être obtenue que par une répartition judicieuse des équipements lourds et des appareils plus légers. Une telle répartition est facilitée par la présence d'essieux plus légers que d'autres, et de préférence de bogies plus légers que d'autres, étant entendu que la notion d'essieu ou de bogie regroupe, pour un essieu moteur ou un bogie moteur, l'essieu ou le bogie proprement dits et leur(s) moteur(s); ainsi, dans la suite, on appellera essieu moteur l'ensemble constitué par un essieu proprement dit et son moteur de traction, bogie moteur l'ensemble constitué par deux essieux moteurs, essieu simplement porteur ou essieu porteur un essieu non motorisé, et bogie simplement porteur ou bogie porteur un bogie non motorisé; il ressort de ce qui précède que les essieux et les bogies lourds sont les essieux et les bogies moteurs, et les essieux et les bogies légers sont les essieux et les bogies simplement porteurs; on peut également définir des bogies semi-motorisés comme étant ceux constitués d'un essieu moteur et d'un essieu simplement porteur, dont la masse est intermédiaire entre celle des bogies moteurs et celle des bogies porteurs. Les équipements lourds sont surtout les dispositifs de raccordement au réseau aérien d'alimentation en énergie tels que des pantographes, ceux qui comportent des composants électrotechniques à circuits magnétiques tels que des équipements d'alimentation en énergie de traction comprenant des transformateurs et des inductances, car ces composants forment un tout qu'il est impossible de scinder et peu souhaitable de remplacer par plusieurs composants de plus faible masse, des blocs électroniques d'alimentation en énergie de traction destinés à fournir aux moteurs de traction sous une forme appropriée l'énergie provenant du réseau aérien éventuellement par l'intermédiaire d'un transformateur, des équipements d'alimentation en énergie auxiliaire pour alimenter notamment des moteurs auxiliaires, et des condensateurs de filtre; on peut également ranger dans cette catégorie notamment les batteries d'accumulateurs, les groupes motocompresseurs et les réservoirs pour les fluides mis en oeuvre dans ces groupes. Les appareils plutôt légers comprennent des armoires basse tension, et des blocs électroniques de commande divers, logeables dans des caissons ou des tiroirs pouvant être placés dans les armoi-

res basse tension même si, sur les dessins, pour une meilleure compréhension, ils sont représentés juxtaposés.

[0016] Selon l'invention, on profite de cette disparité des masses des différents matériels pour charger moins les essieux ou les bogies plus lourds, que les essieux ou les bogies plus légers, dans la mesure du possible, en réduisant, par exemple à un seul, le nombre des matériels ou équipements lourds disposés approximativement au-dessus des bogies moteurs. Dans certains cas, les bogies semi-motorisés permettent déjà une meilleure répartition des masses.

[0017] Un autre élément à prendre en compte est la fonction des matériels à répartir, que l'on peut pour la plupart classer dans l'un des trois groupes suivants : matériels de traction (comprenant les moteurs de traction et leur bloc électronique d'alimentation), matériels de fourniture d'énergie électrique aux matériels de traction, et matériels de fourniture d'énergie pneumatique, étant entendu qu'il n'est pas souhaitable de disséminer les matériels appartenant à un même groupe, afin de limiter la longueur des câbles de transmission (électriques ou fluidiques) dans chaque groupe.

[0018] Encore un autre élément à prendre en compte est le fait que le nombre des équipements lourds et notamment des équipements d'alimentation en énergie de traction est variable en fonction de la contrée dans laquelle ou des contrées dans lesquelles la rame doit être utilisée, certains de ces équipements étant cependant obligatoirement présents sur toutes les rames.

[0019] Ici, les moteurs de traction choisis sont du type 500 volts en tension alternative triphasée, et ce choix impose la transformation de l'énergie électrique disponible sur le réseau aérien d'alimentation électrique transmise par un dispositif de raccordement tel qu'un pantographe, pour parvenir à une telle tension électrique. Il en résulte la présence, en tant qu'équipement d'alimentation en énergie de traction, généralement d'au moins un transformateur, et d'inductance(s); en particulier, comme il est nécessaire d'empêcher la transmission entre le réseau aérien et la rame, de parasites induits ou dus aux commutations, on prévoit dans l'équipement d'alimentation, au moins un filtre à inductance.

[0020] En fonction de la tension disponible sur le réseau aérien, des équipements supplémentaires, par exemple des transformateurs supplémentaires, peuvent être proposés en option. Si la rame doit circuler dans des contrées où les tensions de réseau sont différentes, elle doit être du type bi-tension, voire tri-tension.

[0021] Plus précisément, comme la transformation de l'énergie électrique du réseau en énergie utilisable par les moteurs de traction nécessite plusieurs étapes car aucun réseau ne délivre du triphasé 500 volts, et la tension la plus faible offerte par les réseaux visés par la présente invention est du 1500 volts en continu ou parfois du 3000 volts en continu, il a été choisi ici de prévoir que l'alimentation des moteurs de traction de chaque

bogie moteur soit faite en sortie d'un bloc électronique d'alimentation à onduleur (on pourrait prévoir en alternative un bloc par moteur de traction) alimenté sous 1500 volts en continu ou 3000 volts en continu selon le cas. Comme des appareils annexes tels que des moteurs auxiliaires doivent être alimentés en triphasé 380 volts, il a également été choisi de prévoir pour eux des équipements d'alimentation en énergie auxiliaire comprenant un convertisseur statique fournissant cette tension, ainsi que, pour des batteries d'accumulateurs, du 72 volts en continu, à partir du 1500 volts en continu ou du 3000 volts en continu ou encore d'une autre tension disponible.

[0022] Dans l'hypothèse où l'on désire que la rame soit utilisable sur les réseaux à 1500 volts en continu et ceux à 25000 volts en alternatif monophasé à 50 Hz, on prévoit un transformateur abaisseur adapté pour recevoir ces 25000 volts en alternatif au primaire, chaque enroulement secondaire alimentant un pont monophasé à commutation forcée délivrant une tension de 1500 volts en continu à l'onduleur et au convertisseur statique déjà mentionnés. Le pont monophasé à commutation forcée est ici et de préférence intégré au bloc électronique d'alimentation comprenant l'onduleur.

[0023] Dans l'hypothèse où l'on désire que la rame soit utilisable à la fois sous 1500 volts en continu et 3000 volts en continu, on prévoit d'une part un bloc électronique d'alimentation et un convertisseur statique fonctionnant sous 1500 volts en continu, et d'autre part un hacheur dans l'installation transformant le 3000 volts en continu en 1500 volts en continu.

[0024] Dans l'hypothèse où l'on désire que la rame soit utilisable sous 15000 volts en alternatif monophasé à 16 Hz 2/3, le même transformateur que pour le 25000 volts en alternatif 50 Hz peut être utilisé à condition d'avoir été convenablement calculé et de comporter les prises appropriées.

[0025] Naturellement, une commutation est prévue pour mettre en service les circuits correspondants lors de chaque changement de réseau d'alimentation.

[0026] Chaque rame comporte, en dehors des matériels qui viennent d'être décrits, différentes armoires contenant essentiellement pour les unes des composants électrotechniques et pour les autres des composants électroniques, par exemple des armoires basse tension et des armoires électroniques devant être accessibles au conducteur et à cette fin disposées dans les cabines prévues pour celui-ci dans la rame, et au moins une armoire basse tension banale ; elle comporte aussi des appareils de climatisation séparés pour chacune des cabines et pour les compartiments destinés aux voyageurs. Au moins un disjoncteur continu est prévu pour couper l'alimentation des onduleurs en cas de surintensité ou de surtension. Des groupes motocompresseurs déjà cités et des réservoirs de fluide permettent d'alimenter en fluides variés sous pression un certain nombre d'appareils, par exemple des freins et des vérins d'ouverture et de fermeture de portes, etc..

[0027] Des dispositifs de freinage rhéostatique permettent, dans l'hypothèse où il est impossible d'évacuer dans le réseau d'alimentation, l'énergie électrique inutilisée lors d'un freinage, de dissiper cette énergie électrique inutilisée.

[0028] Comme on l'a vu, la rame selon l'invention, dans sa configuration minimale, est composée de deux modules, c'est-à-dire deux véhicules. Pour des raisons de standardisation de la fabrication des modules et de répartition des charges, il est prévu que les capacités en voyageurs des deux véhicules soient proches, et que les matériels soient répartis entre les deux véhicules, les essieux moteurs étant, dans la mesure du possible compte tenu des autres contraintes, moins chargés que les essieux simplement porteurs afin que les masses soient correctement réparties au niveau, de manière générale, de chaque module et autant que faire se peut de chaque rame.

[0029] De plus, comme on l'a vu, certains équipements notamment électriques sont optionnels; ces équipements optionnels montés à la demande du transporteur qui désire par exemple une rame tri-tension sont dans la mesure du possible prévus en des emplacements « habitables » de telle sorte que leur absence permet le montage de sièges supplémentaires pour des voyageurs. Les matériels qui n'exigent pas un volume s'étendant en hauteur sont avantageusement logés dans des caissons équipant le toit des modules dans des régions de ceux-ci où les sièges n'occupent pas deux niveaux superposés, c'est-à-dire à proximité des extrémités des modules approximativement au-dessus des bogies, afin de rester dans les gabarits normalisés. Comme on l'a vu, les emplacements de certains équipements sont choisis en priorité de manière à limiter la longueur des câbles (électriques ou fluidiques).

[0030] De manière générale, la zone centrale des modules est occupée, en bas comme en haut, par des sièges pour les voyageurs. Avantageusement, les compartiments supérieurs offrent le même nombre de places assises pour tous les modules d'une même rame; en revanche, à partir de la même structure de caisse, il est possible de décliner des modules de plusieurs types, par exemple des modules à utilisation régionale offrant en haut une cinquantaine de places assises et des modules à utilisation urbaine offrant en haut une vingtaine de places de plus, par une implantation appropriée des sièges, les impératifs de confort étant moindres pour les voyages courts en utilisation urbaine. Par suite des implantations légèrement différentes dans les modules régionaux et dans les modules urbains, la différence de capacité en voyageurs entre le haut et le reste du module est plus grande pour les modules régionaux que pour les modules urbains, davantage de voyageurs pouvant être placés dans les zones d'extrémités des modules régionaux, à un niveau intermédiaire entre le haut et le bas; en effet, dans les modules urbains, les portes sont disposées plus près des extrémités que dans les véhicules régionaux, car dans ces derniers, la

relativement faible hauteur des quais rendrait difficile l'accès au véhicule si les portes étaient au-dessus des bogies comme cela est rendu possible par la plus grande hauteur des quais en milieu urbain, laquelle permet donc que les compartiments pour les voyageurs des modules urbains soient plus longs d'un seul tenant, en haut comme en bas.

[0031] On va maintenant décrire l'implantation dans une rame à deux véhicules 1, 2 reliés par des moyens de liaison amovible, telle que celle représentée sur les figures 1 A et 1B, en version régionale. Dans cette rame, les bogies moteurs 10 sont les bogies d'extrémités de la rame, et les bogies de chaque véhicule situés à proximité du centre de la rame sont des bogies simplement porteurs 11. Chaque extrémité de la rame est réservée à une cabine 12 pour le conducteur disposée approximativement au-dessus du bogie moteur et légèrement en porte-à-faux sur le châssis du véhicule, dans laquelle sont logés tout naturellement les matériels qui y sont quasiment indispensables, à savoir l'appareil de climatisation 13 de la cabine, son armoire basse tension 14 et son armoire électronique 15, et une armoire à agrès 16. Au-dessus de ce bogie moteur, dans des caissons équipant le toit du véhicule, sont logés le dispositif de freinage rhéostatique 17, un appareil de climatisation 18 des compartiments pour les voyageurs car pour des raisons d'efficacité de la climatisation chaque module est équipé de deux appareils de climatisation 18 à proximité des deux extrémités du compartiment supérieur, et selon l'invention, un seul matériel relativement lourd, à savoir le bloc électronique d'alimentation 19 appartenant avec les moteurs de traction à l'appareillage de motorisation du bogie; l'appareil de commande 20 de ce bloc est logé dans la cabine; ainsi, l'essentiel du groupe « traction » est rassemblé à proximité de la cabine. Si l'on se réfère au plan vertical longitudinal central de la rame, l'armoire basse tension 14 et l'armoire électronique 15 sont d'un côté de la cabine, et l'armoire à agrès 16 et l'appareil de commande 20 du bloc électronique d'alimentation de l'appareillage de motorisation sont de l'autre côté; cette répartition réserve un espace libre approximativement central pouvant être muni d'une porte d'accès à l'espace dévolu aux voyageurs.

[0032] En revanche, les zones d'extrémités en vis-à-vis des deux véhicules 1, 2 ne sont pas identiques l'une à l'autre par suite de la répartition des matériels sur toute la rame et non véhicule par véhicule.

[0033] Ainsi, l'un des véhicules comporte à son extrémité opposée à la cabine, c'est-à-dire approximativement au-dessus de son bogie simplement porteur, sur son toit, le dispositif de raccordement 21 au réseau (pantographe); dans ce véhicule 1, sont logés dans des armoires ou des caissons, l'inductance 22 de filtre, un appareillage basse tension 23, et la batterie d'accumulateurs 24 d'un côté du véhicule, et le transformateur 25000 volts 25 et le disjoncteur continu 26 de l'autre côté, c'est-à-dire l'essentiel d'un groupe « énergie électrique », un couloir central permettant de passer

d'un véhicule à l'autre; dans un caisson équipant le toit du véhicule, est logé, comme on l'a vu un appareil de climatisation 18 des compartiments pour les voyageurs. L'ensemble peut être plus lourd que celui de l'autre extrémité, le bogie étant plus léger puisque simplement porteur. On peut noter que des places assises pour les voyageurs sont prévues à proximité des armoires, au niveau intermédiaire entre le niveau bas et le niveau haut. Ainsi, si une partie des matériels est supprimée, par exemple le transformateur 25000 volts 25 dans le cas d'une rame mono-tension 1500 volts ou 3000 volts, l'emplacement correspondant peut être garni de sièges supplémentaires pour les voyageurs.

[0034] L'autre véhicule 2 comporte, dans sa zone d'extrémité opposée à la cabine, intérieurement, dans des caissons ou tiroirs, ou dans des armoires en fonction de leur encombrement, d'un côté d'un couloir central, l'appareil de commande 27 du convertisseur statique, et de l'autre côté un groupe motocompresseur 28 et un réservoir 29 c'est-à-dire l'essentiel d'un groupe « énergie pneumatique », à proximité desquels sont disposés des sièges pour les voyageurs; dans des caissons du toit, sont disposés le convertisseur statique 30 appartenant à l'équipement d'alimentation en énergie auxiliaire et naturellement un appareil de climatisation 18 des compartiments pour les voyageurs.

[0035] En version urbaine, les dispositifs de freinage rhéostatique 17 sont supprimés, ce qui allège la charge des bogies moteurs 10 intrinsèquement plus lourds.

[0036] On va maintenant décrire l'implantation dans une rame à trois véhicules reliés par des moyens de liaison amovible, telle que celle représentée sur les figures 2A et 2B, obtenue en interposant un véhicule additionnel 3 à deux niveaux (et un niveau intermédiaire) entre les deux véhicules d'extrémités 1, 2 à deux niveaux, en version régionale. Ce véhicule additionnel 3 comporte ici un bogie moteur 10 et un bogie simplement porteur 11, le bogie simplement porteur étant disposé en vis-à-vis du bogie simplement porteur 11 du véhicule d'extrémité 1 qui est muni d'un pantographe 21.

[0037] Afin de faciliter la transformation d'une rame à deux véhicules en rame à trois véhicules, les deux véhicules d'extrémités 1, 2 sont les mêmes à une modification près de l'un des deux véhicules, notamment afin de diminuer la longueur des câbles. Plus précisément, le convertisseur statique 30 appartenant à l'équipement d'alimentation en énergie auxiliaire, qui équipait un caisson de toit de l'un des véhicules d'extrémités est reporté dans un caisson du toit du véhicule additionnel 3, approximativement au-dessus du bogie simplement porteur, et son appareil de commande 27 est reporté dans un caisson disposé en dessous du convertisseur, dans le véhicule 3; la même extrémité de ce véhicule est équipée de sièges au niveau intermédiaire. L'extrémité opposée du véhicule additionnel 3, au-dessus du bogie moteur 10, comporte également des sièges au niveau intermédiaire, grâce au fait que le bloc électronique d'alimentation 19 du bogie moteur est dans un caisson

équipant le toit du véhicule, ainsi que le dispositif de freinage rhéostatique 17 correspondant; ainsi, seul l'appareil de commande 20 du bloc électronique d'alimentation est dans un caisson du véhicule 3 à proximité des sièges. Naturellement, deux appareils de climatisation 18 sont disposés dans des caissons de toit, l'un approximativement au-dessus du bogie simplement porteur 11 et l'autre approximativement au-dessus du bogie moteur 10.

[0038] En version urbaine, le véhicule additionnel 3 comporte les mêmes matériels après la même transformation d'un véhicule d'extrémité, à part le fait que le bogie moteur 10 supporte également une armoire basse tension; certains sièges par exemple approximativement au-dessus du bogie moteur, peuvent être remplacés par des toilettes.

[0039] On va maintenant décrire l'implantation dans une rame à quatre véhicules reliés par des moyens de liaison amovible, telle que celle représentée sur les figures 3A et 3B, obtenue en intercalant un véhicule complémentaire 4 à deux niveaux, plus précisément entre le véhicule additionnel 3 de la figure 2 et le véhicule d'extrémité 2 qui avait été modifié pour constituer une rame à trois véhicules, en version régionale.

[0040] Ce véhicule complémentaire 4 comporte ici un bogie moteur 10 en vis-à-vis de celui du véhicule additionnel 3 de la figure 2 et un bogie simplement porteur 11 en vis-à-vis de celui du véhicule d'extrémité 2 qui avait été précédemment modifié; cependant, ce véhicule d'extrémité est de nouveau modifié par rapport à la rame à trois véhicules, de manière à comporter comme dans la rame à deux véhicules 1, 2, un convertisseur statique 30 dans un caisson de toit, car le véhicule complémentaire 4 comporte, approximativement au-dessus de son bogie simplement porteur 11, un dispositif de raccordement 21 au réseau aérien; néanmoins, le véhicule additionnel 3 conserve un convertisseur statique 30 de toit puisqu'il est à proximité immédiate d'un dispositif de raccordement 21 au réseau disposé sur le toit de l'autre véhicule d'extrémité 1, et une armoire d'appareillage basse tension 23 est ajoutée à proximité de l'appareil de commande 20 approximativement au-dessus du bogie moteur; comme on l'a vu, éventuellement, l'appareil de commande 20 peut être logé dans un caisson intégré à l'armoire basse tension; approximativement au-dessus du bogie simplement porteur 11 du véhicule complémentaire 4, on trouve comme au-dessus du bogie simplement porteur 11 de cet autre véhicule d'extrémité 1, d'un côté une inductance 22 de filtre, une armoire basse tension 23 et une batterie d'accumulateurs 24, et de l'autre un transformateur 25000 volts 25, et un disjoncteur continu 26, de part et d'autre du couloir central; là encore, si par suite d'une option, un emplacement reste vide de matériel, il peut être garni de sièges au niveau intermédiaire. Approximativement au-dessus du bogie moteur 10, dans des caissons de toit, on a un bloc électronique d'alimentation 19 des moteurs de traction et un dispositif de freinage rhéostatique 17, et dans le

véhicule, d'un côté une armoire basse tension 23 et l'appareil de commande 20 du bloc électronique d'alimentation, ainsi que des sièges, et de l'autre côté, des sièges pour les voyageurs, de part et d'autre d'un couloir central. Egalement approximativement au-dessus de chaque bogie 10, 11, on trouve dans un caisson de toit, un appareil de climatisation 18 des compartiments pour les voyageurs.

[0041] En version urbaine, comme précédemment, les dispositifs de freinage rhéostatique 17 sont supprimés, ainsi que la plupart des sièges des zones d'extrémités puisque les zones d'extrémités des véhicules à vocation urbaine sont plus courtes.

[0042] On va maintenant décrire l'implantation dans une rame à cinq véhicules reliés par des moyens de liaison amovible, telle que celle représentée sur les figures 4A et 4B, obtenue en interposant un module constitué par un véhicule supplémentaire 5 entre le véhicule additionnel 3 et le véhicule complémentaire 4 des figures 3A et 3B, en version régionale.

[0043] Ce véhicule supplémentaire 5 ne comporte ici que deux bogies simplement porteurs 11, mais sa présence ne « charge » pas de manière intempestive le fonctionnement de la rame qui comportait initialement quatre véhicules et qui était motorisée à 50%. Dans le cas présent où il n'y a pas de bogie moteur, le véhicule comporte dans son toit approximativement au-dessus de chaque bogie 11, un appareil de climatisation 18 de compartiment; à l'intérieur du véhicule 5, dans chaque zone d'extrémité de celui-ci, sont prévus des sièges pour des voyageurs.

[0044] Il en est de même en version urbaine.

[0045] Il est possible de constituer des convois de plusieurs rames attelées en étant reliées par des moyens de liaison amovible telles que celles qui viennent d'être décrites; pour des raisons d'économie et de simplicité, on peut se limiter à deux rames attelées, puisqu'avec une seule rame on peut constituer aisément comme on l'a vu un convoi de deux à cinq modules, et ainsi avec deux rames on peut constituer un convoi de quatre à dix modules.

[0046] Grâce à la motorisation à 50% de chaque véhicule 1, 2, 3, 4 ici au moyen d'un bogie moteur 10 et un bogie simplement porteur 11, on évite les inconvénients connus avec un ou deux véhicules motorisés constituant lorsqu'ils sont utilisés sans véhicule intermédiaire une rame sur-motorisée et lorsqu'ils sont utilisés avec plusieurs véhicules intermédiaires non motorisés une rame sous-motorisée, mais au contraire on obtient une rame toujours motorisée de manière optimale, et susceptible de recevoir un véhicule supplémentaire 5 non motorisé sans inconvénient notable.

[0047] Bien entendu, les rames qui viennent d'être décrites ne sont que des exemples de réalisation possibles, mais afin que la motorisation soit répartie approximativement uniformément le long de chaque rame, selon l'invention, on constitue celles-ci en s'imposant une contrainte en ce qui concerne le taux de motorisa-

tion. Comme on l'a vu, le taux de motorisation d'un véhicule ou d'un groupe de véhicules est défini comme étant le rapport du nombre d'essieux moteur au nombre total d'essieux du véhicule ou du groupe de véhicules. Dans le cadre de l'invention, pour constituer les rames, on fait en sorte que pour tous les groupes de deux véhicules quelconques (voisins ou non), le rapport des taux de motorisation entre deux groupes soit compris dans une gamme déterminée; plus précisément, selon l'invention on a choisi que le rapport entre les deux taux respectifs de motorisation de deux groupes de deux véhicules quelconques ne soit pas inférieur à 1/3 et pas supérieur à 3. Cette condition peut même s'appliquer aux rames de deux véhicules, en remarquant que l'on peut y considérer deux fois le même groupe à l'identique avec le même taux de motorisation, donc un rapport des taux égal à 1, ce qui est le cas de la rame des figures 1A et 1B dont les deux véhicules ont un taux de motorisation égal à 1/2. Dans le cas des rames des figures 2A et 2B, et 3A et 3B, tous les véhicules ont un taux de motorisation égal à 1/2, donc tous les groupes de deux véhicules ont un taux égal à 1/2 et le rapport des taux est toujours égal à 1. Pour la rame des figures 4A et 4B, où l'on a un véhicule non motorisé, les groupes de deux véhicules ont soit un taux de 1/2 soit un taux de 1/4 selon qu'ils contiennent ou non le véhicule non motorisé; le rapport des taux est donc de 1 si l'on considère deux groupes constitués de véhicules également motorisés, et de 2 ou 1/2 si l'on considère deux groupes constitués différemment et selon que le taux de motorisation du groupe le plus motorisé est au numérateur ou au dénominateur du rapport des taux. On peut noter que les taux limites de 1/3 et 3 correspondent par exemple au cas où l'on aurait deux véhicules motorisés à 50%, un véhicule non motorisé, et un véhicule motorisé à 100%.

[0048] Les rames et convois étant toujours motorisés approximativement proportionnellement au nombre de leurs véhicules et ainsi à leur masse, on ne crée pas de rame ou de convoi lent par suite de sa sous-motorisation, affectant la régularité du trafic sur la voie sur laquelle circulerait une telle rame ou un tel convoi.

[0049] Cette conception modulaire permet d'une part au transporteur de répondre aisément au besoin du moment en interposant si nécessaire un véhicule additionnel 3, et un véhicule complémentaire 4, ainsi éventuellement qu'un véhicule supplémentaire 5 non motorisé, et d'autre part d'associer deux rames pour constituer un convoi. De plus, la capacité de chaque rame peut être augmentée par l'adjonction d'un à trois modules 3, 4, 5, sans que des raisons techniques obligent simultanément à enlever un module existant déjà dans la rame.

[0050] Cette conception permet également au transporteur de faire évoluer son parc si ses besoins ont été au départ sous estimés, en continuant à utiliser les véhicules 1, 2, 3, 4, 5 déjà en sa possession, et de minimiser l'investissement initial d'un transporteur qui es-

[0051] Les coûts sont également réduits par le fait que

la même structure de caisse permet la construction de tous les véhicules d'un même convoi, que ce convoi soit destiné à une utilisation régionale ou à une utilisation urbaine.

[0052] Comme cependant les rames ne sont pas conçues comme des attelages de véhicules devant être autonomes mais comme un ensemble pouvant compter de deux à ici cinq modules, on n'aboutit pas dans le cas de rames à quatre ou cinq modules, à une redondance de matériels, mais on exploite toujours de manière optimale les matériels à disposition.

[0053] Cette conception permet également une répartition régulière des charges sur les essieux, et ainsi on évite les essieux surchargés et travaillant très près de la limite autorisée par les installations de voie ferrée avec tous les inconvénients que comporte une telle pratique.

[0054] De plus, la plupart des matériels susceptibles d'être supprimés à la demande des transporteurs compte tenu des particularités de l'utilisation étant logés dans des zones habitables, leur suppression permet d'augmenter la capacité en voyageurs. Le fait qu'en revanche le maximum des matériels obligatoires est logé dans le toit des modules permet de réserver un espace maximal aux compartiments pour les voyageurs, cet avantage étant encore augmenté dans la version urbaine par le fait que les portes sont au-dessus des bogies.

[0055] Enfin, la localisation des matériels par domaine ou groupe fonctionnel (traction, énergie électrique, énergie pneumatique) permet de réduire la longueur des câbles nécessaire pour assurer la liaison entre les matériels d'un même groupe.

[0056] Cependant, bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux formes de réalisation ci-dessus décrites et représentées, et on pourra en prévoir d'autres sans sortir de son cadre. Notamment, on pourra prévoir que le cinquième module de la rame soit un véhicule motorisé par exemple à 50 % comme les quatre autres (rapport des taux égal à 1), ou même par exemple que l'un des éléments de toute rame comportant déjà au moins deux véhicules d'extrémités motorisés à 50% soit un véhicule non motorisé ou encore motorisé à 100%, ce qui, dans le cas d'une rame à trois modules, constituerait une rame motorisée à 33% (rapport des taux allant de 1/2 à 2), ou à 66% (rapport des taux allant de 2/3 à 3/2), respectivement; on notera à cet égard que dans ce cas il est pratiquement nécessaire que chacun des véhicules d'extrémités comporte un pantographe au-dessus de son bogie simplement porteur; également il est pratiquement nécessaire dans les versions tri-tensions à trois véhicules d'avoir deux pantographes, mais dans ce cas il est avantageux de prévoir que ce soit le véhicule central qui comporte le pantographe supplémentaire au-dessus de son bogie simplement porteur.

Revendications

1. Rame ferroviaire modulaire formée d'au moins deux véhicules (1, 2) à deux niveaux superposés, comportant au moins un bogie (10) comprenant au moins un essieu moteur, au moins un bogie (11) comprenant au moins un essieu simplement porteur, et des matériels embarqués comprenant au moins un bloc électronique d'alimentation (19) pour alimenter en énergie de traction un ou plusieurs moteurs de traction, au moins un équipement d'alimentation (22, 25) en énergie de traction pour alimenter en énergie le bloc (19), au moins un équipement d'alimentation (30) en énergie auxiliaire pour fournir de l'énergie à des appareils auxiliaires, et au moins un dispositif de raccordement (21) à un réseau aérien d'alimentation en énergie, dans laquelle on définit le taux de motorisation d'un véhicule ou d'un groupe de véhicules comme étant le rapport du nombre d'essieux moteurs au nombre total d'essieux du véhicule ou du groupe de véhicules, **caractérisée en ce qu'**au moins un véhicule (1) comporte au moins un bogie (10) comprenant au moins un essieu moteur et au moins un bogie (11) comprenant au moins un essieu simplement porteur, à au moins un bogie (11) de la rame comprenant au moins un essieu simplement porteur est associé au moins l'un desdits matériels embarqués (19; 22, 25; 30; 21) disposé approximativement au-dessus de ce bogie, et le rapport entre les deux taux respectifs de motorisation de deux groupes de deux véhicules quelconques de la rame est égal au moins à 1/3 et au plus à 3.
2. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un bogie (10) comprenant au moins un essieu moteur comprend deux essieux moteurs.
3. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un bogie (11) comprenant au moins un essieu simplement porteur comprend deux essieux simplement porteurs.
4. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un bloc électronique d'alimentation (19) est disposé approximativement au-dessus d'un bogie (10) comprenant au moins un essieu moteur.
5. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un bloc électronique d'alimentation (19) comprend au moins un onduleur et est disposé dans le toit du véhicule.
6. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce que**, approximativement au-dessus d'au moins un bogie (10) comprenant au moins un essieu moteur, est disposé un dispositif de freinage rhéostatique (17).
7. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un équipement d'alimentation (22, 25; 30) est disposé approximativement au-dessus d'un bogie (11) comprenant au moins un essieu simplement porteur.
8. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un équipement d'alimentation en énergie de traction comprend au moins un transformateur électrique (25).
9. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un équipement d'alimentation en énergie de traction comprend au moins une inductance (22) de filtre.
10. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**à au moins un bogie (11) comprenant au moins un essieu simplement porteur, sont associés au moins un équipement d'alimentation (22, 25; 30), et un dispositif de raccordement (21) à un réseau aérien d'alimentation électrique, disposés approximativement au-dessus de ce bogie.
11. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**elle comporte au moins un véhicule (3, 4) à deux niveaux superposés interposé entre deux véhicules (1, 2) d'extrémités, et ce véhicule (3, 4) interposé comporte un bogie (10) comprenant au moins un essieu moteur et un bogie (11) comprenant au moins un essieu simplement porteur.
12. Rame ferroviaire selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le bogie (10) comprenant au moins un essieu moteur d'au moins un véhicule (3, 4) interposé comprend deux essieux moteurs.
13. Rame ferroviaire selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le bogie (11) comprenant au moins un essieu simplement porteur d'au moins un véhicule (3, 4) interposé comprend deux essieux simplement porteurs.
14. Rame ferroviaire selon la revendication 11, **caractérisée en ce qu'**elle comporte un véhicule supplémentaire (5) à deux niveaux superposés interposé entre deux véhicules, comportant deux bogies (11) simplement porteurs.
15. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**elle comporte un véhicule à deux niveaux superposés interposé entre deux véhicules (1, 2) d'extrémités, comportant deux bogies dont l'un comprend deux essieux moteurs et l'autre comprend au moins un essieu moteur.

16. Rame ferroviaire selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un véhicule à deux niveaux superposés interposé entre deux véhicules (1, 2) d'extrémités, comportant deux bogies dont l'un comprend deux essieux simplement porteurs et l'autre comprend au moins un essieu simplement porteur.
17. Convoi ferroviaire **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins deux rames selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, reliées par des moyens de liaison amovible.

Patentansprüche

1. Modulare Garnitur von Eisenbahnwagen, gebildet aus wenigstens zwei doppelstöckigen Fahrzeugeinheiten (1,2), welche umfasst wenigstens ein Drehgestell (10), das wenigstens eine Antriebsachse enthält, wenigstens ein Drehgestell (11), das wenigstens eine reine Laufachse enthält, und an Bord befindliche Materialien, die wenigstens einen elektronischen Stromversorgungsblock (19) zur Versorgung eines oder mehrerer Triebmotoren mit Antriebsenergie enthalten, wenigstens eine Versorgungsausstattung (22, 25) für Antriebsenergie, um den Block (19) mit Energie zu versorgen, wenigstens eine Versorgungsausstattung (30) für Hilfsenergie, um Energie an Hilfsapparate zu liefern, und wenigstens eine Vorrichtung zur Verbindung (21) mit einem Energieversorgungs-Freileitungsnetz, in welcher der Motorisierungsgrad einer Fahrzeugeinheit oder einer Gruppe von Fahrzeugeinheiten als Verhältnis der Anzahl von Antriebsachsen zur Gesamtanzahl von Achsen der Fahrzeugeinheit oder der Gruppe von Fahrzeugeinheiten definiert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Fahrzeugeinheit (1) wenigstens ein Drehgestell (10) umfasst, welches wenigstens eine Antriebsachse enthält, und wenigstens ein Drehgestell (11), welches wenigstens eine reine Laufachse enthält, mit wenigstens einem Drehgestell (11) der Garnitur, welches wenigstens eine reine Laufachse enthält, wenigstens eins der an Bord befindlichen Materialien (19; 22, 25; 30; 21), die nahe oberhalb des Drehgestells angeordnet sind, verbunden ist, und das Verhältnis zwischen den zwei entsprechenden Motorisierungsgraden der zwei Gruppen der beliebigen zwei Fahrzeugeinheiten der Garnitur wenigstens gleich 1/3 und höchstens gleich 3 ist.
2. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Drehgestell (10), welches wenigstens eine Antriebsachse enthält, zwei Antriebsachsen enthält;
3. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Drehgestell (11), welches wenigstens eine reine Laufachse enthält, zwei reine Laufachsen enthält;
4. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein elektronischer Versorgungsblock (19) nahe oberhalb eines Drehgestells (10), welches wenigstens eine Antriebsachse enthält, angeordnet ist;
5. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein elektronischer Versorgungsblock (19) wenigstens einen Wechselrichter enthält und im Dach der Fahrzeugeinheit angeordnet ist;
6. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** nahe oberhalb wenigstens eines Drehgestells (10), welches wenigstens eine Antriebsachse enthält, eine Widerstands-Bremsvorrichtung (17) angeordnet ist;
7. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Versorgungsausstattung (22, 25; 30) nahe oberhalb eines Drehgestells (11), welches wenigstens eine reine Laufachse aufweist, angeordnet ist;
8. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Versorgungsausstattung für Antriebsenergie wenigstens einen elektrischen Transformator (25) enthält;
9. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Versorgungsausstattung für Antriebsenergie wenigstens eine Filterdrossel (22) enthält;
10. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit wenigstens einem Drehgestell (11), welches wenigstens eine reine Laufachse enthält, wenigstens eine Versorgungsausstattung (22, 25; 30) und eine Vorrichtung zur Verbindung (21) mit einem elektrischen Versorgungs-Freileitungsnetz verbunden sind, angeordnet nahe oberhalb des Drehgestells;
11. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese wenigstens eine doppelstöckige Fahrzeugeinheit (3, 4), zwischengesetzt zwischen zwei Endfahrzeugeinheiten (1, 2), umfasst, und die zwischengesetzte Fahrzeugeinheit (3, 4) ein Drehgestell (10), welches wenigstens eine Antriebsachse enthält, und ein Drehgestell (11), welches wenigstens eine reine Laufachse enthält, umfasst;

12. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drehgestell (10), welches wenigstens eine Antriebsachse enthält, von wenigstens einer zwischengesetzten Fahrzeugeinheit (3, 4) zwei Antriebsachsen enthält; 5
13. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drehgestell (11), welches wenigstens eine reine Laufachse enthält, von wenigstens einer zwischengesetzten Fahrzeugeinheit (3, 4) zwei reine Laufachsen enthält; 10
14. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese eine zusätzliche doppelstöckige Fahrzeugeinheit (5), zwischengesetzt zwischen zwei Fahrzeugeinheiten, umfasst, welche zwei reine Laufdrehgestelle (11) enthält; 15
15. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese eine doppelstöckige Fahrzeugeinheit, zwischengesetzt zwischen zwei Endfahrzeugeinheiten (1, 2), umfasst, welche zwei Drehgestelle umfasst, von denen eines zwei Antriebsachsen enthält und das andere wenigstens eine Antriebsachse enthält; 20
16. Garnitur von Eisenbahnwagen gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese eine doppelstöckige Fahrzeugeinheit, zwischengesetzt zwischen zwei Endfahrzeugeinheiten (1, 2), umfasst, welche zwei Drehgestelle umfasst, von denen eines zwei reine Laufachsen enthält und das andere wenigstens eine reine Laufachse enthält. 25
17. Eisenbahnzug, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser wenigstens zwei Garnituren gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 16 umfasst, verbunden durch lösbare Verbindungsvorrichtungen. 30

Claims

1. A modular railway rake formed of at least two vehicles (1, 2) with two superposed levels, including at least one bogie (10) including at least one driving axle, at least one bogie (11) including at least one carrying axle, and on-board equipment including at least one power supply electronic unit (19) for supplying motive power to one or more traction motors, at least one motive power supply unit (22, 25) for supplying power to the electronic unit (19), at least one auxiliary power supply unit (30) for supplying power to auxiliary equipment, and at least one device (21) for connection to an overhead power supply network, in which rake the motive power factor of a vehicle or a group of vehicles is defined as the 45

ratio of the number of driving axles to the total number of axles of the vehicle or group, the rake being **characterized in that** at least one vehicle (1) includes at least one bogie (10) including at least one driving axle and at least one bogie (11) including at least one carrying axle, at least one bogie (11) of the rake including at least one carrying axle is associated with at least one of said on-board equipment items (19; 22, 25; 30; 21) disposed approximately over that bogie, and the ratio between the respective motive power factors of any two groups of two vehicles of the rake is not less than 1/3 and not more than 3.

2. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** at least one bogie (10) including at least one driving axle includes two driving axles.
3. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** at least one bogie (11) including at least one carrying axle includes two carrying axles. 20
4. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** at least one power supply electronic unit (19) is disposed approximately over a bogie (10) including at least one driving axle. 25
5. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** at least one power supply electronic unit (19) includes at least one inverter and is disposed in the roof of the vehicle. 30
6. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** a rheostatic braking system (17) is disposed approximately over at least one bogie (10) including at least one driving axle. 35
7. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** at least one power supply unit (22, 25; 30) is disposed approximately over a bogie (11) including at least one carrying axle. 40
8. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** at least one motive power supply unit includes at least one electrical transformer (25).
9. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** at least one motive power supply unit includes at least one choke (22).
10. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** at least one bogie (11) including at least one carrying axle is associated with at least one power supply unit (22, 25; 30) and one device (21) adapted to be connected to an overhead electrical power supply network and disposed approximately above that bogie. 55

11. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** it includes at least one interposed vehicle (3, 4) with two superposed levels between two end vehicles (1, 2) and said interposed vehicle (3, 4) includes a bogie (10) including at least one driving axle and a bogie (11) including at least one carrying axle. 5
12. A railway rake according to claim 11, **characterized in that** the bogie (10) including at least one driving axle of at least one interposed vehicle (3, 4) includes two driving axles. 10
13. A railway rake according to claim 11, **characterized in that** the bogie (11) including at least one carrying axle of at least one interposed vehicle (3, 4) includes two carrying axles. 15
14. A railway rake according to claim 11, **characterized in that** it includes another interposed vehicle (5) with two superposed levels between two vehicles and including two carrying bogies (11). 20
15. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** it includes an interposed vehicle with two superposed levels between two end vehicles (1, 2) and including two bogies, one of which includes two driving axles and the other of which includes at least one driving axle. 25
30
16. A railway rake according to claim 1, **characterized in that** it includes an interposed vehicle with two superposed levels between two end vehicles (1, 2) and including two bogies, one of which includes two carrying axles and the other of which includes at least one carrying axle. 35
17. A railway train **characterized in that** it includes at least two rakes according to any of claims 1 to 16 connected by removable coupling means. 40

45

50

55

FIG. 1A

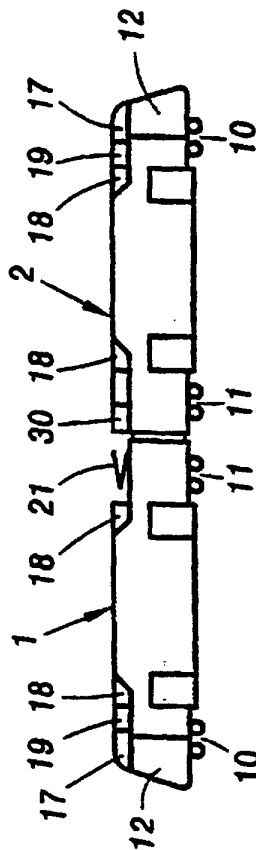


FIG. 1B

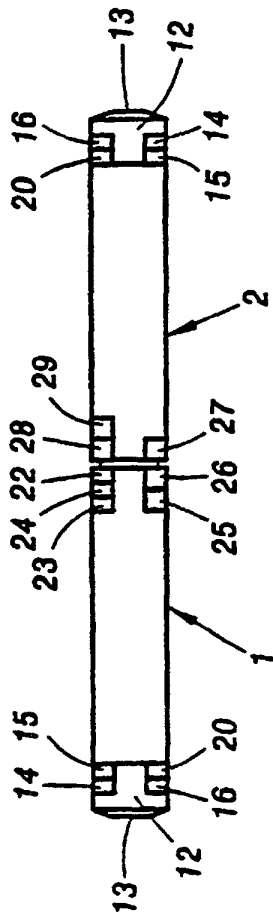


FIG. 2A

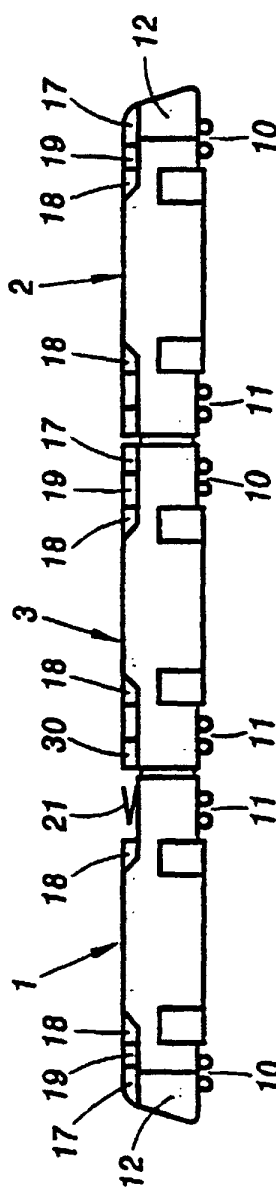
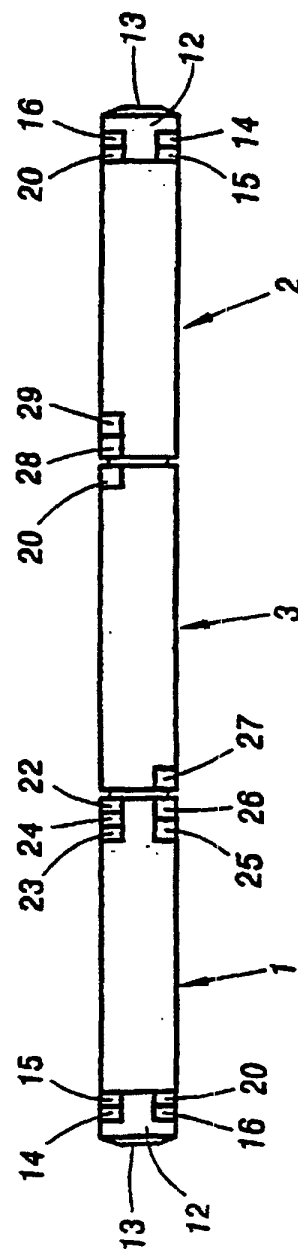


FIG. 2B



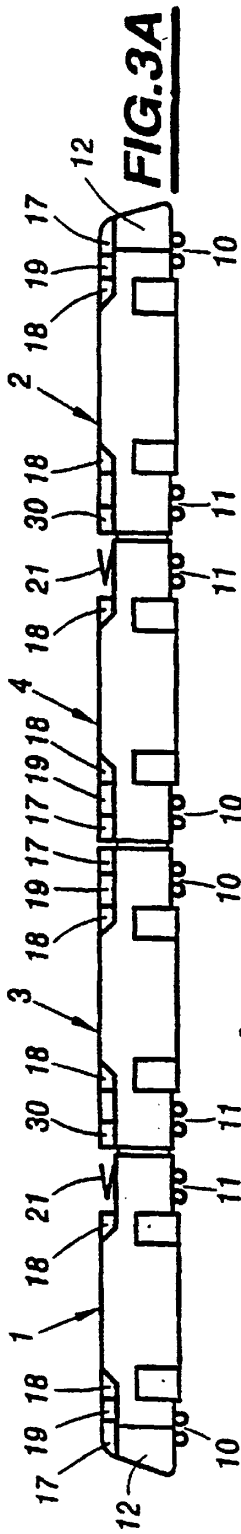


FIG. 3A

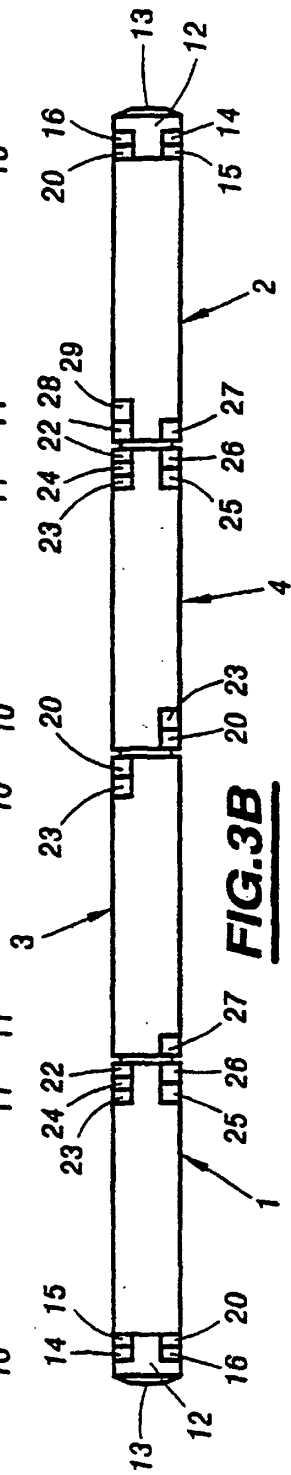


FIG. 3B

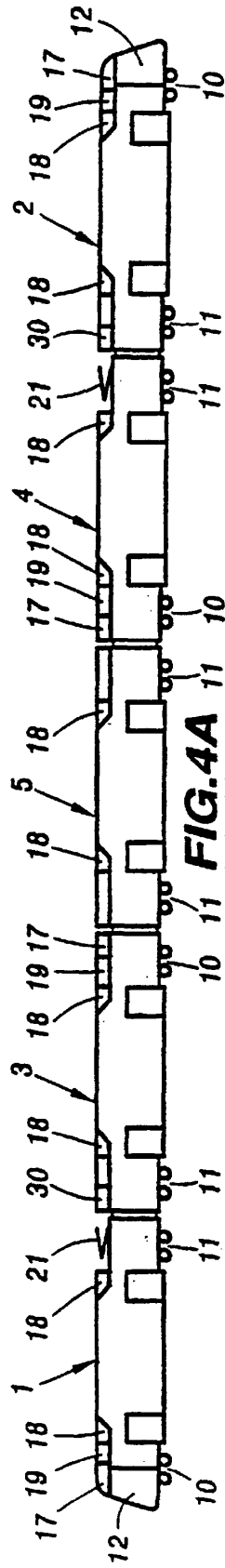


FIG. 4A

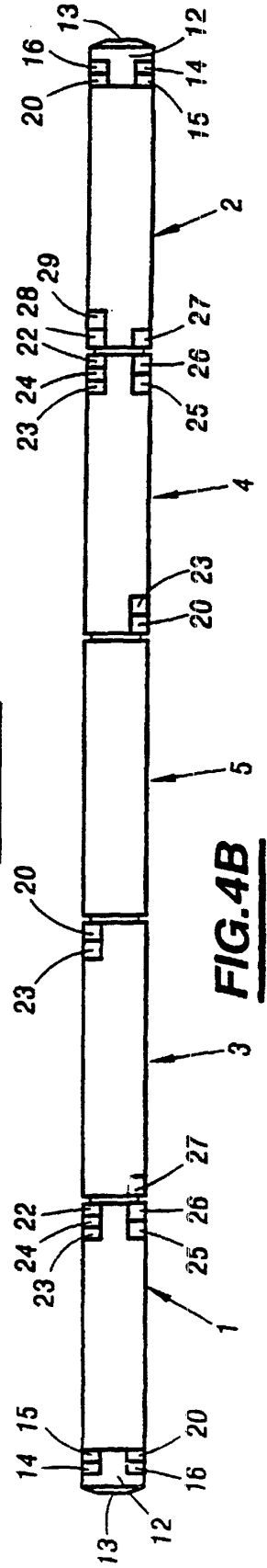


FIG. 4B