



(11)

EP 4 194 308 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
14.06.2023 Bulletin 2023/24

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B61F 5/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22212406.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B61F 5/10

(22) Date de dépôt: **09.12.2022**

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

(72) Inventeurs:
• **BRISOU, Florent**
17540 FONTPATOUR DE VERINES (FR)
• **SARTI, Christophe**
17220 SAINT MEDARD D'AUNIS (FR)
• **GIROS, Simon**
17220 SAINT CHRISTOPHE (FR)

(30) Priorité: **10.12.2021 FR 2113304**

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

(71) Demandeur: **SpeedInnov**
75008 Paris (FR)

(54) **SYSTÈME DE CONTRÔLE ÉLECTRONIQUE DES SUSPENSIONS SECONDAIRES D'UN VÉHICULE FERROVIAIRE ET VÉHICULE FERROVIAIRE ASSOCIÉ**

(57) La suspension secondaire (100) comporte : à l'avant, des caissons avant droit (17) et avant gauche (18), un réservoir avant (111), des vannes avant droite (117) et avant gauche (118) d'alimentation respectivement des caissons avant droit et gauche ; et une vanne différentielle avant (112) reliant les caissons avant droit et gauche ; et, à l'arrière, des caissons arrière droit (27) et gauche (28), un réservoir arrière (211) ; des vannes arrière droite (227) et arrière gauche (228) d'alimentation respectivement des caissons arrière droit et gauche, et une vanne différentielle arrière (212). Le système de contrôle électronique comporte un premier calculateur (224) pour réguler une vanne avant parmi les vannes avant droite et gauche (117, 118) et une vanne arrière parmi les vannes arrière droite et gauche (217, 218), l'autre vanne avant et l'autre vanne arrière étant pilotées par un second calculateur différent du premier calculateur.

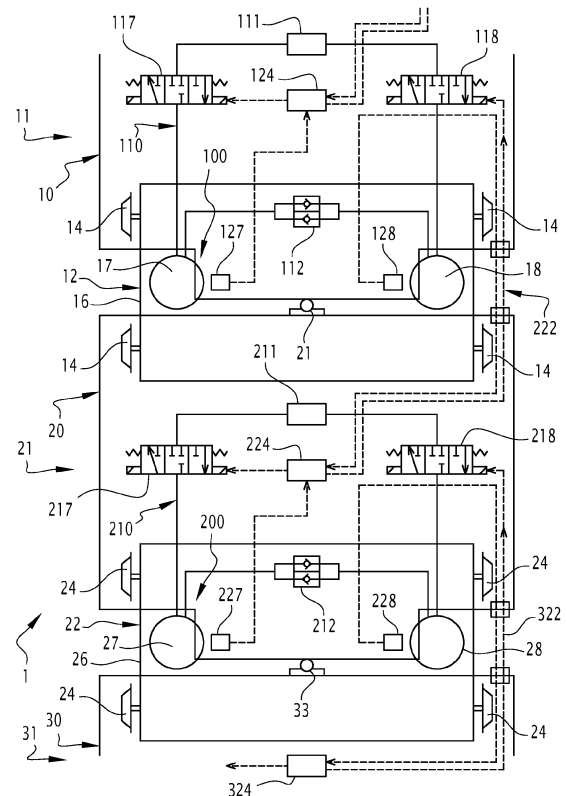


FIG.1

Description

[0001] La présente invention est relative au domaine des suspensions secondaires d'un véhicule ferroviaire. Plus particulièrement, l'invention est relative aux systèmes électroniques de contrôle des suspensions secondaires d'un véhicule ferroviaire.

[0002] La caisse d'une voiture d'un véhicule ferroviaire est couplée à un bogie au moyen d'une suspension secondaire.

[0003] La suspension secondaire est une suspension à gaz, qui comporte généralement deux caissons interposés entre le châssis d'essieux du bogie et la caisse de la voiture, et disposés respectivement sur la gauche et sur la droite du bogie par rapport à un axe longitudinal du véhicule ferroviaire. Une solution alternative connue comporte un unique caisson disposé sensiblement selon l'axe longitudinal du véhicule.

[0004] Une telle suspension secondaire permet de réaliser une fonction de nivellement, qui consiste à maintenir un intervalle (aussi dénommé « lame d'air ») entre le châssis d'essieux et la caisse.

[0005] La charge de la voiture, principalement affectée par le chargement passagers, a deux conséquences immédiates :

i) la modification de la pression dans le caisson (la pression augmente avec l'augmentation de la charge). Cette pression est régie, au premier ordre, par la loi : $P = F / S$, où P est la pression dans le caisson, S est la section du caisson, et F est l'effort vertical sur le caisson ;

ii) la modification de la hauteur du caisson (la hauteur diminuant avec l'augmentation de la charge). Cette pression est régie, au premier ordre, par la loi des gaz parfaits : $P * V = \text{constante}$, où P est la pression dans le caisson, V est le volume du caisson. Cette expression peut être simplifiée en : $P * S * h = \text{constante}$, où S est section du caisson et h la hauteur du caisson (qui est également celle de la lame d'air).

[0006] La régulation du volume V de gaz à l'intérieur d'un caisson, permet d'ajuster la hauteur h entre le châssis d'essieux et la caisse au niveau dudit caisson et donc de compenser les variations de hauteur dues en particulier aux variations de charge. Cette régulation est réalisée par un système permettant, en fonction du besoin, l'admission d'air dans le caisson ou l'échappement d'air hors du caisson.

[0007] Cependant, un caisson n'est pas tout à fait étanche, de sorte qu'il finit toujours par se vider si du gaz n'est pas régulièrement amené pour le maintenir sous pression. Lorsqu'un caisson est vide, la hauteur de la lame d'air au voisinage de ce caisson vide est nulle. La caisse est alors en butée du châssis d'essieux et toutes les accélérations du bogie sont transmises à la caisse. Il n'y a alors plus d'effet de suspension de la caisse, ce qui nuit au confort des passagers.

[0008] Il est donc nécessaire de réguler la hauteur de la lame d'air pour la maintenir à un niveau adapté afin d'assurer le confort des passagers.

[0009] Dans l'état de la technique, par exemple illustré par la demande de brevet FR 3085932, la régulation de la pression dans les caissons droit et gauche d'une suspension secondaire est réalisée électroniquement au moyen d'un calculateur dédié.

[0010] Mais, lorsque ce calculateur est défaillant, la pression du gaz de la suspension secondaire n'est plus régulée, et la lame d'air finit par disparaître.

[0011] Or, le calculateur mis en œuvre pour le contrôle de la suspension secondaire est un calculateur ne présentant aucune spécification particulière (notamment en termes de fiabilité) pour maintenir son coût à un niveau raisonnable. Il s'agit de préférence d'un matériel informatique standard, de préférence « vendu sur étagère » - COTS (« Commercial off-the-shelf »). Il s'agit donc d'un calculateur présentant un taux de défaillance relativement élevé. La perte du contrôle de la suspension secondaire est par conséquent un évènement relativement fréquent, conduisant à une perte de confort pour les passagers.

[0012] Le but de la présente invention est de résoudre ce problème, en proposant notamment une architecture alternative du système de contrôle des suspensions secondaires, qui permet de maintenir le confort passager, sans en augmenter les coûts.

[0013] Pour cela l'invention a pour objet un système de contrôle électronique des suspensions secondaires d'un véhicule ferroviaire, le véhicule ferroviaire comportant une suspension secondaire avant, qui équipe un bogie avant du véhicule ferroviaire, et une suspension secondaire arrière, qui équipe un bogie arrière du véhicule ferroviaire, la suspension secondaire avant comportant : un caisson avant droit et un caisson avant gauche ; un réservoir avant de pression ; une vanne d'alimentation avant droite, dédiée à l'alimentation du caisson avant droit et une vanne d'alimentation avant gauche, dédiée à l'alimentation du caisson avant gauche ; et une vanne différentielle de nivellement avant connectant fluidiquement les caissons avant droit et gauche lorsqu'une différence de pression entre les caissons avant droit et gauche est supérieure à une différence prédéfinie, la suspension secondaire arrière comportant : un caisson arrière droit et un caisson arrière gauche ; un réservoir arrière de pression ; une vanne d'alimentation arrière droite, dédiée à l'alimentation du caisson arrière droit, et une vanne d'alimentation arrière gauche, dédiée à l'alimentation du caisson arrière gauche ; et une vanne différentielle de nivellement arrière connectant fluidiquement les caissons arrière droit et gauche lorsqu'une différence de pression entre les caissons arrière droit et gauche est supérieure à une différence prédéfinie, caractérisé en ce que le système de contrôle électronique comporte un premier calculateur propre à réguler une vanne d'alimentation avant parmi les vannes d'alimentation avant droite et gauche et une vanne d'alimentation arrière parmi les

vannes d'alimentation arrière droite et gauche, l'autre vanne d'alimentation avant et l'autre vanne d'alimentation arrière étant pilotées par au moins un second calculateur différent du premier calculateur.

[0014] Suivant des modes particuliers de réalisation, le système de contrôle comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- chaque vanne différentielle de nivellement est une vanne bidirectionnelle, tarée pour mettre les caissons droit et gauche associés en communication fluide automatiquement lorsqu'une différence de pression entre les caissons droit et gauche est supérieure à une différence de pression de référence.
- l'autre vanne d'alimentation avant de la suspension secondaire avant et ladite autre vanne arrière de la suspension secondaire arrière sont pilotées respectivement par un second calculateur avant et par un second calculateur arrière, différents l'un de l'autre.
- le véhicule ferroviaire comporte une voiture avant et une voiture arrière attelées successivement l'une à l'autre, la voiture avant comportant une caisse avant et un unique bogie, dit bogie avant, la seconde voiture comportant une seconde caisse et un unique bogie, dit bogie arrière, le premier calculateur pilotant une vanne d'alimentation avant parmi les vannes d'alimentation de la suspension secondaire du bogie avant de la première voiture et une vanne arrière parmi les vannes d'alimentation de la suspension secondaire du bogie arrière de la seconde voiture.
- le premier calculateur régule soit la vanne avant droite de la suspension secondaire du bogie avant et la vanne arrière gauche de la suspension secondaire du bogie arrière, soit la vanne avant gauche de la suspension secondaire du bogie avant et la vanne arrière droite de la suspension secondaire du bogie arrière.
- un câble électrique est prévu entre une première voiture et une seconde voiture du véhicule ferroviaire pour permettre au premier calculateur placé dans la seconde voiture de communiquer avec un premier capteur de hauteur et une première vanne d'alimentation placés dans la première voiture, de manière à réguler la pression dans le caisson alimenté au moyen de ladite première vanne d'alimentation.
- en cas de dysfonctionnement du premier calculateur, une pression dans le caisson est pilotée au moyen de la vanne de différentielle de nivellement et de la pression dans l'autre caisson.

[0015] L'invention a également pour objet un véhicule ferroviaire comportant des suspensions secondaires à gaz et un système de contrôle électronique desdites suspensions à gaz conforme au système précédent.

[0016] L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée qui va suivre d'un mode de réalisation particulier, donné uniquement

à titre d'exemple non limitatif, cette description étant faite en se référant à l'unique dessin annexé [FIG 1] représentant schématiquement, en vue de dessus, un mode de réalisation d'un système de contrôle des suspensions secondaires selon l'invention.

[0017] Un train, en tant qu'exemple d'un véhicule ferroviaire, résulte de l'attelage d'une pluralité de voitures. Par exemple, sur la figure 1, le train 1 comporte successivement, de l'avant vers l'arrière, une première voiture 11, une seconde voiture 21 et une troisième voiture 31, la première et la troisième voitures n'étant représentées que partiellement.

[0018] Une voiture comporte une caisse et au moins un bogie. Selon une architecture classique, une voiture comporte deux bogies, respectivement un bogie avant et un bogie arrière. Alternativement, notamment pour des trains à grande vitesse, une voiture comporte un unique bogie, destiné à être situé à l'interface entre les caisses de deux voitures successives. Par exemple, dans le cas où une voiture comporte un bogie arrière, la caisse de cette voiture est supportée, à l'arrière, sur ce bogie, tandis qu'à l'avant, elle est supportée par un point pivot, solidaire de la caisse de la voiture précédente. C'est cette architecture qui est illustrée sur la figure 1, mais la présente invention s'applique également à une architecture classique.

[0019] Ainsi, la première voiture 11 comporte une caisse 10 et un bogie 12, la seconde voiture comporte une caisse 20 et un bogie 22 et la troisième voiture comporte une caisse 30 et un bogie (non représenté sur la figure).

[0020] La seconde caisse 20 est alors supportée, à l'avant, par un point pivot 23 situé à l'arrière de la première caisse 10. La seconde caisse 20 est alors supportée, à l'arrière, par le bogie 22.

[0021] De manière connue en soit, le premier bogie 12 comporte deux essieux de roues, aux extrémités desquels sont montées des roues 14. Chaque essieu de roues est couplé au châssis d'essieux 16 par l'intermédiaire d'une suspension primaire, en général du type mécanique, résultant par exemple de la combinaison d'un ressort et d'un amortisseur. Cette suspension primaire n'est pas représentée sur la figure 1.

[0022] Le premier bogie 12 comporte une suspension secondaire 100.

[0023] La caisse 10 est montée sur le châssis d'essieux 16 par l'intermédiaire de la suspension secondaire 100. Celle-ci permet de maintenir un intervalle (ou « lame d'air ») entre le châssis d'essieux 16 et la caisse 10.

[0024] La suspension secondaire 100 est du type à gaz. Le gaz utilisé est de préférence de l'air.

[0025] Comme représenté sur la figure 1, la suspension secondaire 100 du premier bogie 12 comporte un circuit fluide 110 comportant un premier caisson gauche 17 et un premier caisson droit 18. Ces caissons sont placés entre le châssis d'essieux 16 et par exemple une poutre transversale de la caisse 10, de part et d'autre d'un axe longitudinal de la première voiture 11.

[0026] Pour gonfler ou dégonfler les premiers caissons

gauche 17 et droit 18, le circuit fluidique 110 comporte en outre : un premier réservoir 111, commun aux premiers caissons gauche 17 et droit 18, et constituant une réserve d'air sous pression ; une première vanne d'alimentation gauche 117, dédiée au premier caisson gauche 17 ; et une première vanne d'alimentation droite 118 dédiée au premier caisson droit 18.

[0027] Une vanne de remplissage est typiquement une vanne à trois positions, respectivement une position fermée ; une position d'admission permettant d'admettre de l'air sous pression depuis le réservoir 111 vers le caisson correspondant pour augmenter le volume interne du caisson ; et une position d'échappement permettant d'évacuer l'air du caisson vers l'atmosphère environnante pour diminuer le volume interne du caisson.

[0028] Le circuit fluidique 110 de la première suspension secondaire 100 comporte également une première vanne différentielle de nivellement 112, connectant fluidiquement les premiers caissons gauche 17 et droit 18. Lorsque la différence de pression à l'intérieur des premiers caissons gauche 17 et droit 18 est supérieure à une valeur prédéfinie, par exemple de 1,5 bars, la vanne 112 s'ouvre automatiquement pour permettre la circulation de l'air du caisson ayant une pression interne plus élevée vers le caisson ayant une pression interne plus basse. La vanne différentielle de nivellement 112 permet de réaliser un équilibrage des pressions entre les caissons gauche et droit qu'elle relie.

[0029] Une description similaire pourrait être faite pour la seconde suspension secondaire 200 du second bogie 22 (comprenant un châssis d'essieux 26 et une pluralité de roues 24 montées sur des essieux couplés au châssis 26 par une suspension primaire).

[0030] Elle comporte un second circuit fluidique 210 comportant un second caisson gauche 27 et un second caisson droit 28.

[0031] Le second circuit fluidique 210 comporte en outre : un second réservoir 211, commun aux seconds caissons gauche 27 et droit 28 ; une seconde vanne d'alimentation gauche 217 dédiée au second caisson gauche 27 ; une seconde vanne d'alimentation droite 218, dédiée au second caisson droit 28 ; et une seconde vanne différentielle de nivellement 212 connectant fluidiquement les seconds caissons gauche 27 et droit 28.

[0032] Un système de contrôle est prévu pour ajuster la pression dans les différents caissons.

[0033] Le système de contrôle comporte, dans la seconde voiture 21, un second calculateur 224, qui est programmé pour commander la seconde vanne d'alimentation gauche 217 de la seconde suspension secondaire 200 et la première vanne d'alimentation droite 118 de la première suspension secondaire 100.

[0034] Plus précisément, le système de contrôle comporte un second capteur de hauteur gauche 227, qui permet de mesurer la hauteur de la lame d'air au voisinage du second caisson gauche 27. Le signal de mesure de hauteur est transmis au second calculateur 224. En fonction de ce signal de mesure, le calculateur 224 exécute

un programme d'actionnement de la seconde vanne d'ajustement gauche 217. L'actionnement de cette dernière permet de réguler le volume dans le second caisson gauche 27 et, par conséquent, la hauteur de la lame d'air au voisinage du second caisson gauche 27.

[0035] Le système de contrôle comporte un premier capteur de hauteur droit 128, qui permet de mesurer la hauteur de la lame d'air au voisinage du premier caisson droit 18. Le signal de mesure de hauteur est transmis au second calculateur 224 via un câble électrique 222 du système de contrôle connectant électriquement les première et seconde caisses 10 et 20. En fonction de ce signal de mesure, le second calculateur 224 exécute un programme d'actionnement de la première vanne d'alimentation droite 118. Un signal de commande est généré par le second calculateur 224, puis transmis à la première vanne d'alimentation 118, via le câble électrique 222. L'actionnement de la première vanne d'alimentation 118 permet de réguler le volume dans le premier caisson droit 18 et, par conséquent, la hauteur de la lame d'air au voisinage du premier caisson droit 18.

[0036] De la même manière, le système de contrôle comporte, dans la première voiture 21, un premier capteur de hauteur droit 127 associé à un premier calculateur 124. La hauteur de la lame d'air au voisinage du premier caisson gauche 17 est alors régulée au moyen des mesures de hauteur effectuées par le premier capteur de hauteur gauche 127 et transmises au premier calculateur 124. Ce dernier est propre à générer un signal de commande de la première vanne d'alimentation gauche 117 pour ajuster le volume dans le premier caisson gauche 17.

[0037] De la même manière, le système de contrôle comporte, dans la seconde voiture un second capteur de hauteur droit 228 et, dans la troisième voiture, un troisième calculateur 324. La hauteur de la lame d'air au voisinage du second caisson droit 28 est alors régulée au moyen des mesures de hauteur effectuées par le second capteur de hauteur droit 228 et transmises au troisième calculateur 324 via un câble 322 connectant électriquement les seconde et troisième voitures. Ce dernier est propre à générer un signal de commande de la seconde vanne d'alimentation droite 218 pour ajuster le volume dans le second caisson droit 28.

[0038] Ainsi, pour un train dont les bogies sont disposés à l'interface entre deux caisses successives, un calculateur régule la hauteur de la lame d'air à l'arrière gauche et à l'avant droit d'une voiture. La hauteur de la lame d'air à l'avant gauche est régulée par le calculateur de la voiture qui précède la voiture considérée. La hauteur de la lame d'air à l'arrière droit est régulée par le calculateur de la voiture qui suit la voiture considérée.

[0039] Plus généralement, notamment pour un train comportant deux bogies par voitures, pour une paire de bogies constituée d'un bogie avant et un bogie arrière, un calculateur régule le volume dans le caisson arrière gauche de la suspension secondaire du bogie arrière et régule le volume dans le caisson avant droit de la sus-

pension secondaire du bogie avant. La régulation de le volume dans le caisson avant gauche de la suspension secondaire du bogie avant est effectuée par un autre calculateur, par exemple un calculateur qui précède le calculateur considéré dans la succession des calculateurs du système de contrôle de la suspension secondaire du train. La régulation du volume dans le caisson arrière droit de la suspension secondaire du bogie arrière est effectué par un autre calculateur, par exemple un calculateur qui suit le calculateur considéré dans la succession des calculateurs du système de contrôle de la suspension secondaire du train.

[0040] En variante, un calculateur régule le volume dans le caisson droit de la suspension secondaire du bogie arrière et régule le volume dans le caisson gauche de la suspension secondaire du bogie avant. Dans encore une autre variante, un calculateur régule le volume dans le caisson droit (respectivement gauche) de la suspension secondaire du bogie arrière et régule le volume dans le caisson droit (respectivement gauche) de la suspension secondaire du bogie avant.

[0041] Il est à noter que la pression pour un volume donné est liée uniquement à la charge de passagers

[0042] En mode de fonctionnement nominal du système de contrôle électronique des suspensions secondaires du train 1, un caisson est par exemple maintenu sous une pression interne d'environ 4 bar lorsque la charge passagers est nominale.

[0043] Lorsque la ou les caisses en appui sur le caisson considéré embarquent un nombre de passagers plus important que le nombre nominal de passagers, la pression va par exemple augmenter naturellement à 5 bar.

[0044] Inversement, lorsque la ou les caisses en appui sur le caisson considéré embarquent un nombre de passagers plus faible que le nombre nominal de passagers, notamment lorsque les voitures circulent à vide, la pression va diminuer naturellement, par exemple à 3 bar.

[0045] En cas par exemple de dysfonctionnement du calculateur 211, la vanne 217 n'est plus pilotée pour maintenir la hauteur requise dans le second caisson gauche 27. Progressivement, le volume dans le second caisson gauche 27 diminue.

[0046] En conséquence, la pression va diminuer dans le second caisson gauche et augmenter dans le second caisson droit, la majorité de la charge étant supportée par le second caisson droit.

[0047] Cependant, le volume dans le second caisson droit 28 reste régulé par le calculateur 324 qui pilote la vanne 218.

[0048] Ainsi, dès que la différence de pression entre les seconds caissons droit et gauche, 27 et 28, devient supérieure à 1,5 bar (valeur de tarage de la seconde vanne différentielle de nivellement 112), la vanne 218 s'ouvre, de sorte que de l'air sous pression soit admis depuis le second caisson droit 28 (agissant comme réservoir) vers le second caisson gauche 27. Selon l'invention, le volume dans le second caisson gauche est donc régulé, via le second caisson droit 18 et la seconde vanne

d'alimentation 218, par le troisième calculateur 324, à une pression de 1,5 bar au-dessous de la pression dans le second caisson droit 18.

[0049] La hauteur de la lame d'air au voisinage du second caisson gauche 27 n'est pas nominale, mais elle n'est pas pour autant nulle. Un effet de suspension est conservé entre la caisse de la seconde voiture 20 et le second bogie 22. Le confort des passagers de la seconde voiture 20 est par donc maintenu malgré la défaillance du second calculateur 224.

[0050] Simultanément, le dysfonctionnement du calculateur 224 entraîne l'incapacité de piloter la première vanne d'alimentation 118. Le volume dans le premier caisson droit 18 commence donc par diminuer.

[0051] Cependant, le volume dans le premier caisson gauche 17 reste régulé par le calculateur 124 qui pilote la première vanne de remplissage 118.

[0052] Ainsi, dès que la différence de pression entre les premiers caissons droit et gauche, 17 et 18, est supérieure à la valeur de tarage de la seconde vanne différentielle de nivellement 112, cette dernière s'ouvre pour équilibrer les pressions entre les premiers caissons gauche et droit, 17 et 18. Ainsi, une pression interne est maintenue dans le premier caisson gauche 18. Cette pression est inférieure de 1,5 bar à celle maintenue dans le premier caisson droit 17 par le premier capteur droit 127, le premier calculateur 124 et la première vanne d'alimentation droite 117.

[0053] La hauteur de la lame d'air au voisinage du premier caisson gauche 18 ne sera pas idéale, mais elle ne sera pas nulle pour autant. Le confort des passagers de la seconde voiture 20 (dont la caisse 21 est en appui sur la première suspension secondaire via la caisse de la première voiture 10) est ainsi maintenu malgré la défaillance du calculateur de pilotage de la seconde voiture 20.

[0054] Ainsi, la solution proposée, en prévoyant un système de contrôle électronique dans lequel un calculateur n'est plus dédié à la suspension secondaire d'un bogie, mais pilote une partie seulement de la suspension secondaire d'un bogie avant d'une paire de bogies et une partie seulement de la suspension secondaire d'un bogie arrière de la paire de bogies, et ceci de proche en proche pour toutes les paires successives de bogies le long du train, permet de conserver une fonction de suspension secondaire.

[0055] Si la différence de pression prédéfinie vaut 1,5 bars dans le mode de réalisation préféré décrit ci-dessus, d'autres valeurs sont envisageables, notamment en fonction du cas d'usage.

[0056] La présente invention est facile à mettre en œuvre et présente un coût réduit, puisqu'il s'agit de modifier le câblage entre capteur de hauteur et vanne d'alimentation pour qu'un calculateur d'une suspension secondaire puisse piloter la suspension secondaire précédente ou suivante. Notamment, un câble adapté (et une connectique adaptée) est à prévoir entre les voitures du train pour mettre en œuvre cette invention.

Revendications

1. Système de contrôle électronique des suspensions secondaires d'un véhicule ferroviaire (1), le véhicule ferroviaire comportant une suspension secondaire avant (100), qui équipe un bogie avant (12) du véhicule ferroviaire, et une suspension secondaire arrière (200), qui équipe un bogie arrière (22) du véhicule ferroviaire, la suspension secondaire avant comportant : un caisson avant droit (17) et un caisson avant gauche (18); un réservoir avant (111) de pression ; une vanne d'alimentation avant droite (117), dédiée à l'alimentation du caisson avant droit et une vanne d'alimentation avant gauche (118), dédiée à l'alimentation du caisson avant gauche ; et une vanne différentielle de nivellement avant (112) connectant fluidiquement les caissons avant droit et gauche lorsqu'une différence de pression entre les caissons avant droit et gauche est supérieure à une différence prédéfinie, la suspension secondaire arrière (200) comportant : un caisson arrière droit (27) et un caisson arrière gauche (28) ; un réservoir arrière (211) de pression ; une vanne d'alimentation arrière droite (227), dédiée à l'alimentation du caisson arrière droit, et une vanne d'alimentation arrière gauche (228), dédiée à l'alimentation du caisson arrière gauche; et une vanne différentielle de nivellement arrière (212) connectant fluidiquement les caissons arrière droit et gauche lorsqu'une différence de pression entre les caissons arrière droit et gauche est supérieure à une différence prédéfinie, **caractérisé en ce que** le système de contrôle électronique comporte un premier calculateur (224) propre à réguler une vanne d'alimentation avant parmi les vannes d'alimentation avant droite et gauche (117, 118) et une vanne d'alimentation arrière parmi les vannes d'alimentation arrière droite et gauche (217, 218), l'autre vanne d'alimentation avant et l'autre vanne d'alimentation arrière étant pilotées par au moins un second calculateur différent du premier calculateur.
2. Système de contrôle électronique selon la revendication 1, chaque vanne différentielle de nivellement (112, 212) est une vanne bidirectionnelle, tarée pour mettre les caissons droit et gauche associés en communication fluide automatiquement lorsqu'une différence de pression entre les caissons droit et gauche est supérieure à une différence de pression de référence.
3. Système de contrôle électronique selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel ladite autre vanne d'alimentation avant de la suspension secondaire avant (100) et ladite autre vanne arrière de la suspension secondaire arrière (200) sont pilotées respectivement par un second calculateur avant (124) et par un second calculateur arrière (324), différents l'un de l'autre.
4. Système de contrôle électronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le véhicule ferroviaire (1) comporte une voiture avant (11) et une voiture arrière (21) attelée successivement l'une à l'autre, la voiture avant comportant une caisse avant (10) et un unique bogie (12), dit bogie avant, la seconde voiture comportant une seconde caisse (20) et un unique bogie (20), dit bogie arrière, le premier calculateur (224) pilotant une vanne d'alimentation avant parmi les vannes d'alimentation de la suspension secondaire du bogie avant de la première voiture et une vanne arrière parmi les vannes d'alimentation de la suspension secondaire du bogie arrière de la seconde voiture.
5. Système de contrôle électronique selon la revendication 4, dans lequel le premier calculateur (224) régule soit la vanne avant droite (18) de la suspension secondaire du bogie avant (12) et la vanne arrière gauche (27) de la suspension secondaire du bogie arrière (22), soit la vanne avant gauche (17) de la suspension secondaire du bogie avant (12) et la vanne arrière droite (28) de la suspension secondaire du bogie arrière (22).
6. Système de contrôle électronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un câble électrique (222) est prévu entre une première voiture et une seconde voiture (11, 21) du véhicule ferroviaire (1) pour permettre au premier calculateur (224) placé dans la seconde voiture de communiquer avec un premier capteur de hauteur et une première vanne d'alimentation placés dans la première voiture, de manière à réguler la pression dans le caisson alimenté au moyen de ladite première vanne d'alimentation.
7. Système de contrôle électronique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, en cas de dysfonctionnement du premier calculateur (224), une pression dans le caisson est pilotée au moyen de la vanne de différentielle de nivellement et de la pression dans l'autre caisson.
8. Véhicule ferroviaire comportant des suspensions secondaires à gaz et un système de contrôle électronique desdites suspensions à gaz conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7.

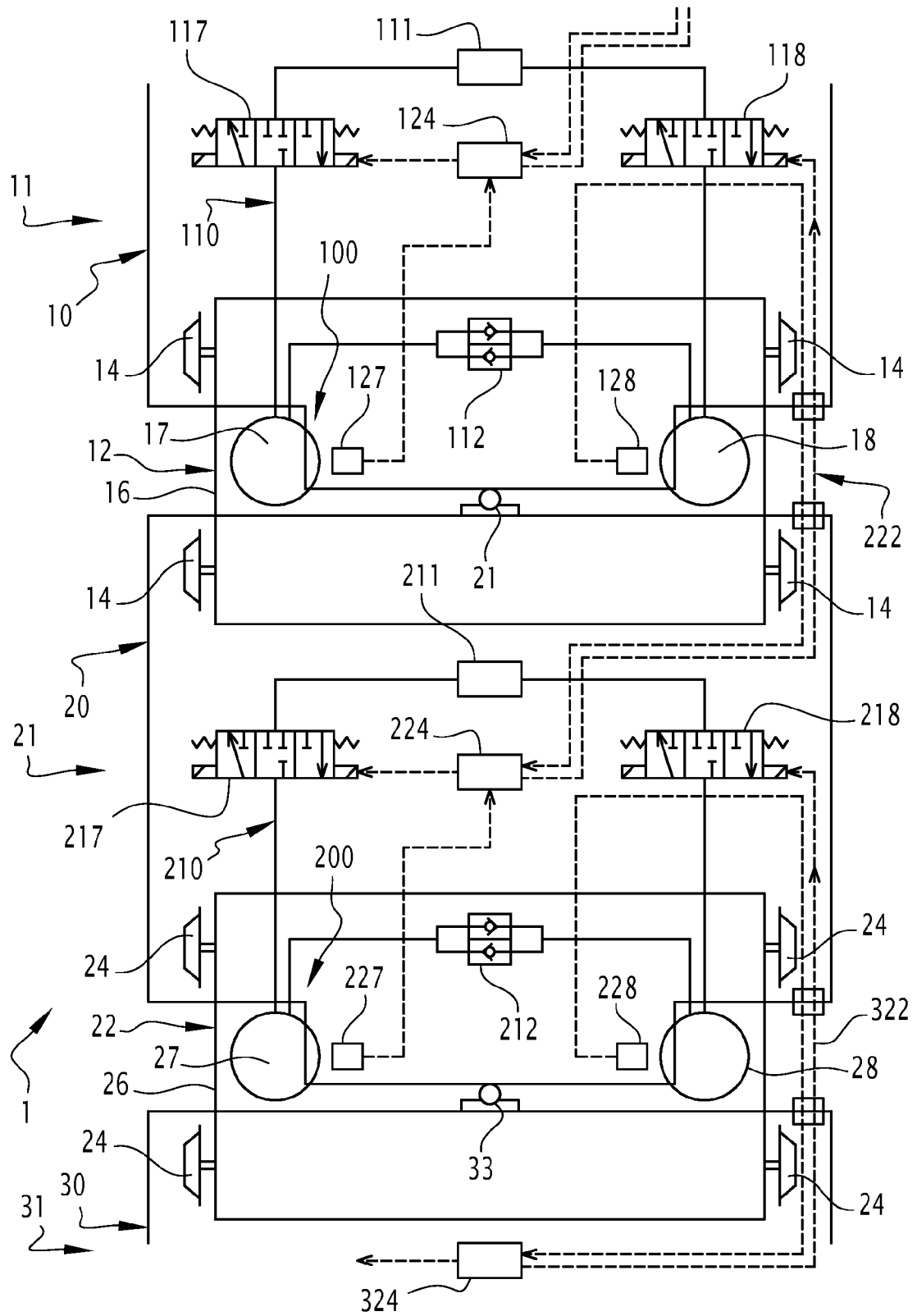


FIG.1



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 21 2406

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	EP 3 623 248 A1 (SPEEDINNOV [FR]) 18 mars 2020 (2020-03-18) * le document en entier *	1-8	INV. B61F5/10
A	WO 2015/135587 A1 (UNIV LOUVAIN [BE]) 17 septembre 2015 (2015-09-17) * figure 8 *	1-8	
A	JP H04 287762 A (SUMITOMO METAL IND) 13 octobre 1992 (1992-10-13) * figure 1 *	1-8	
A	DE 11 2013 007135 T5 (HITACHI LTD [JP]) 10 mars 2016 (2016-03-10) * figure 1 *	1-8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B61F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 3 mars 2023	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	

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

EP 22 21 2406

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.

03-03-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3623248 A1	18-03-2020	CN 110901676 A	24-03-2020
		EP 3623248 A1	18-03-2020
		FR 3085932 A1	20-03-2020
		US 2020086895 A1	19-03-2020
WO 2015135587 A1	17-09-2015	AUCUN	
JP H04287762 A	13-10-1992	JP H0757606 B2	21-06-1995
		JP H04287762 A	13-10-1992
DE 112013007135 T5	10-03-2016	DE 112013007135 T5	10-03-2016
		GB 2530677 A	30-03-2016
		JP 6067850 B2	25-01-2017
		JP WO2014196080 A1	23-02-2017
		WO 2014196080 A1	11-12-2014

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- FR 3085932 [0009]