

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : 2 949 423

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : 09 55995

51) Int Cl<sup>8</sup> : B 62 D 65/02 (2006.01), B 65 G 47/00

12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 03.09.09.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 04.03.11 Bulletin 11/09.

56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71) Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES  
SA Société anonyme — FR.

72) Inventeur(s) : TROUILLET NORBERT et DURVILLE  
LAURENT.

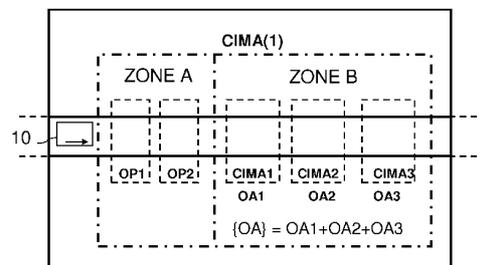
73) Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES  
SA Société anonyme.

74) Mandataire(s) : PSA PEUGEOT CITROEN.

54) PROCÉDE D'ASSEMBLAGE DE COMPOSANTS D'UNE PIÈCE MÉCANIQUE ET CELLULE INTÉGRÉE  
MODULAIRE POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE PROCÉDE.

57) L'invention a pour objet un procédé d'assemblage de  
composants d'une pièce mécanique, caractérisé en ce que  
ledit procédé comprend une phase initiale de définition d'au  
moins une séquence élémentaire ({OA}, {OA'}) d'au moins  
une opération (OA1, OA2, OA3; OA'1, OA'2, OA'3) d'as-  
semblage de composants de ladite pièce mécanique, et,  
une phase d'assemblage comprenant au moins une étape  
élémentaire consistant à approvisionner, dans une zone (A)  
d'approvisionnement, les composants à assembler au  
cours de ladite séquence élémentaire ({OA}, {OA'}), et à ef-  
fectuer, dans une zone (B) d'assemblage, ladite opération  
d'assemblage de ladite séquence élémentaire.

Application à l'assemblage de pièces mécaniques dans  
l'industrie automobile.



FR 2 949 423 - A1



**PROCEDE D'ASSEMBLAGE DE COMPOSANTS D'UNE PIECE MECANIQUE ET  
CELLULE INTEGREE MODULAIRE POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE  
PROCEDE**

[0001] La présente invention concerne un procédé d'assemblage de composants d'une pièce mécanique. Elle concerne également une cellule intégrée modulaire d'assemblage pour la mise en œuvre dudit procédé.

5 [0002] L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine de l'assemblage de pièces mécaniques dans l'industrie automobile.

[0003] De manière habituelle, les lignes d'assemblage des composants constitutifs d'une pièce mécanique, un moteur thermique d'automobile par exemple, sont conçues comme une succession de postes de travail où les opérations d'assemblage à réaliser sont effectuées dans un ordre chronologique. Dans cette conception de  
10 ligne d'assemblage, l'approvisionnement en composants est effectué à chaque poste de travail.

[0004] Prenons à titre d'exemple la séquence d'opérations suivante destinée à être réalisée sur une ligne d'assemblage d'un moteur d'automobile : mise en place et serrage de la pompe à huile, mise en place du vilebrequin, mise en place du carter  
15 chapeau et serrage.

[0005] Sur une ligne d'assemblage traditionnelle, les diverses opérations de cette séquence sont, par exemple, effectuées sur cinq postes de travail organisés de la façon suivante :

- poste n°1, approvisionnement de la pompe à huile et opération de mise en  
20 place de la pompe à huile sur le moteur effectuée manuellement par un premier opérateur,
- poste n° 2, opération de serrage de la pompe à huile effectuée en automatique,
- poste n° 3, approvisionnement du vilebrequin et opération de mise en place du vilebrequin dans le moteur effectuée en automatique,
- 25 • poste n°4, approvisionnement du carter chapeau et opération de mise en place du carter chapeau effectuée manuellement par un deuxième opérateur,

- poste n° 5, opération de serrage du carter chapeau effectuée en automatique.

[0006] Cependant, ce type de ligne d'assemblage connue présente un certain nombre d'inconvénients concernant notamment la flexibilité au volume, la flexibilité à la variabilité de production (connue sous le nom de « mix-produit »), la gestion du  
5 juste à temps et l'utilisation de l'outil industriel.

[0007] Telles qu'elles sont conçues les lignes d'assemblage actuelles n'offrent que peu de flexibilité au volume et ne permettent pas d'adapter le nombre d'opérateurs à la production demandée. En effet, si pour une cadence maximale de production, deux opérateurs sont nécessaires, ces deux opérateurs devront être conservés  
10 même si la production est réduite de moitié, car il n'est pas possible de demander à un opérateur d'effectuer plusieurs opérations, ceci du fait que les postes manuels correspondants sont séparés par des postes automatiques.

[0008] D'autre part, les lignes d'assemblage habituelles ne répondent pas de manière satisfaisante aux exigences de flexibilité à l'égard de la variabilité de  
15 production (« mix-produit »). S'agissant d'abord de la variabilité des composants eux-mêmes, il est très difficile de prévoir une surface trop importante aux postes manuels pour pouvoir accueillir en permanence la diversité requise, les postes manuels étant en général implantés entre des postes automatiques. S'agissant ensuite de la variabilité des pièces à produire, le manque de flexibilité dans la gestion de la  
20 diversité des composants oblige à organiser la production d'une manière pénalisante en termes de gestion des stocks et de juste à temps.

[0009] Prenons l'exemple d'une demande de produire 3 pièces A, 5 pièces B, 9 pièces C et une pièce D, ceci X fois dans cet ordre. Dans la mesure où il n'est pas possible en général d'assurer la diversité des composants correspondante aux  
25 postes manuels, la production devra être planifiée en fabriquant X fois 3 pièces A, puis X fois 5 pièce B, puis X fois 9 pièces C, et X fois la pièce D. Bien entendu, cet ordonnancement génère des stocks car il faut, par exemple, stocker toute la production de pièces A avant de les écouler au rythme demandé. Par ailleurs, la logique du juste à temps n'est pas respectée puisque les pièces D ne pourront être  
30 fournies qu'après que toutes les autres aient été produites.

[0010] Enfin, l'utilisation de la capacité de l'outil industriel dans le cadre des lignes d'assemblage connus n'est pas optimale. Concernant les postes automatiques, il faut prévoir de les approvisionner de manière également automatique, ce qui rend les installations complexes et coûteuses, d'autant plus que le nombre de ces installations doit être multiplié par la diversité des composants.

[0011] En outre, il n'est pas possible de faire d'investissements progressifs. Si, par exemple, pendant deux ans la production est de 50%, puis de 100% sur dix ans, puis de 20% sur cinq ans, il n'y a pas de solutions simples pour investir à hauteur des besoins de production. Il faut donc investir 100% des équipements dès la première année.

[0012] Aussi, un but de l'invention est de proposer un procédé d'assemblage de composants d'une pièce mécanique qui permettrait de remédier aux inconvénients présentés par les méthodes traditionnelles d'organisation des lignes d'assemblage, en offrant notamment une plus grande flexibilité au volume et au mix-produit, un juste à temps amélioré et une meilleure utilisation de la capacité de l'outil industriel.

Ce but est atteint, conformément à l'invention, du fait que ledit procédé comprend une phase initiale de définition d'au moins une séquence élémentaire d'au moins une opération d'assemblage de composants de ladite pièce mécanique et, une phase d'assemblage comprenant au moins une étape élémentaire consistant à approvisionner, dans une zone d'approvisionnement, les composants à assembler au cours de ladite séquence élémentaire, et à effectuer, dans une zone d'assemblage, ladite opération d'assemblage de ladite séquence élémentaire.

[0013] Ainsi, l'invention repose sur la caractéristique de réaliser une séquence d'opérations d'assemblage, telle que la séquence décrite ci-dessus en référence à l'état de la technique, en regroupant d'abord l'approvisionnement de tous les composants nécessaires à l'exécution des opérations d'assemblage de la séquence dans une seule et même zone dédiée, la zone d'approvisionnement, puis en effectuant toutes les opérations d'assemblage de la séquence considérée dans une autre zone dédiée, la zone d'assemblage.

[0014] On comprend alors que le procédé conforme à l'invention puisse apporter une solution satisfaisante à la gestion de la diversité et au mix-produit. En effet, ces

problèmes peuvent être résolus exclusivement en amont en traitant la diversité au niveau de la zone d'approvisionnement dans laquelle un opérateur par exemple peut charger alternativement sur la ligne d'assemblage les composants spécifiques pour réaliser la pièce A, puis les composants spécifiques pour réaliser la pièce B, etc.

5 Grâce à une meilleure réactivité, on rend la production plus flexible en limitant les stocks et en respectant la logique du juste à temps.

[0015] Le procédé conforme à l'invention peut être mis en œuvre au moyen d'au moins une cellule intégrée modulaire d'assemblage comprenant une zone d'approvisionnement apte à recevoir les composants à assembler au cours de la

10 séquence élémentaire, et une zone d'assemblage dans laquelle est effectuée ladite opération d'assemblage de ladite séquence élémentaire.

[0016] Une cellule intégrée modulaire d'assemblage (CIMA en abrégé) est donc associée à une séquence élémentaire d'assemblage. Elle représente l'unité où sont réalisés à fois l'approvisionnement, dans la zone d'approvisionnement, des

15 composants à assembler dans la séquence élémentaire, et l'assemblage proprement dit, dans la zone d'assemblage, des composants conformément aux opérations définis dans la séquence élémentaire.

[0017] L'invention prévoit en particulier qu'un moyen de transport de composants est apte à traverser par défilement, d'une part, ladite zone d'approvisionnement où

20 lesdits composants à assembler au cours de la séquence élémentaire sont chargés sur ledit moyen de transport et, d'autre part, ladite zone d'assemblage où ladite opération d'assemblage est effectuée sur ledit moyen de transport.

[0018] Ce moyen de transport, appelé palette, sert donc à la fois au chargement des composants dans la zone d'approvisionnement et à l'assemblage de ces composants

25 dans la zone d'assemblage.

[0019] Avantageusement, l'approvisionnement dans ladite zone d'approvisionnement, des composants à assembler au cours de ladite séquence élémentaire est effectué manuellement.

[0020] Cette disposition permet de satisfaire au principe de flexibilité au volume

30 puisque, la zone d'approvisionnement ne comprenant alors que des postes manuels,

le nombre d'opérateurs dans cette zone peut être facilement adapté à la production. Si la production diminue de 50%, on supprime un ou plusieurs opérateurs dans la zone d'approvisionnement. Pour cela, on adapte l'espacement entre les palettes et l'on augmente le pas de poste couvert par un opérateur.

5 [0021] De plus, dans la zone d'approvisionnement où tous les postes sont manuels, il est possible de prévoir un défilement continu de la palette avec une technologie de convoyeurs permettant d'ajuster la vitesse, ou le pas de poste, à la cadence de production demandée, conformément à la logique de juste à temps.

10 [0022] Le choix d'un approvisionnement effectué essentiellement manuellement permet de réserver l'automatisation en priorité aux opérations à valeur ajoutée qui sont pour la plupart les opérations d'assemblage effectuées dans la zone d'assemblage. Il s'agit par exemple des opérations de mise en place de composants, de vissage, d'emmanchement, etc.

15 [0023] C'est pourquoi, selon l'invention, ladite séquence élémentaire est définie de sorte à contenir au moins une opération d'assemblage effectuée automatiquement. Corrélativement, dans une cellule intégrée modulaire d'assemblage conforme à l'invention, ladite zone d'assemblage comprend au moins une cellule modulaire d'assemblage apte à effectuer automatiquement au moins une opération d'assemblage de ladite séquence élémentaire.

20 [0024] On remarquera que les postes automatiques de la zone d'assemblage, appelés ici cellules modulaires d'assemblage (CMA en abrégé), s'adaptent très bien à la diversité et au mix-produit du fait que la saisie des composants dans la zone d'assemblage est toujours réalisée au même endroit sur la palette, et ceci quelle que soit la diversité.

25 [0025] D'autre part, on comprend que les opérations que doivent effectuer les postes automatiques de la zone d'assemblage, ou cellules modulaires d'assemblage, sont très simples, avec des cycles en « U » qui consistent par exemple à prendre un composant sur la palette, le monter, l'amener en position au-dessus du moteur, déjà en place sur la même palette, le descendre à l'endroit prévu dans le moteur et le  
30 visser.

[0026] On peut donc envisager d'utiliser des postes automatiques composés d'éléments standard mais paramétrables en fonction de l'opération à effectuer, d'où le nom de cellule modulaire d'assemblage CMA donné à ces postes automatiques. Les cellules modulaires d'assemblage étant constituées à partir de sous-ensembles robustes, les causes de panne et de non-fiabilité sont diminuées. L'utilisation d'éléments standard doit aussi permettre un gain d'investissement par l'effet de volume des réalisations, et de faciliter l'exploitation des installations avec un coût optimisé résultant de la diversité réduite des composants et des pièces de rechange et d'usure.

10 [0027] De plus, la création de zones spécifiquement dédiées à l'approvisionnement permet de simplifier encore les cellules modulaires d'assemblage CMA en éliminant la contrainte d'approvisionnement de ces cellules en composants. En effet, dans les postes automatiques habituels, la partie « approvisionnement automatique » est généralement complexe et peut être à l'origine de défaillances : la distribution par soufflage par exemple est souvent la cause de non-rendement et nécessite une maintenance soutenue, de même que la distribution automatique par magasin implique des conditionnements spécifiques et coûteux.

15 [0028] L'invention préconise par ailleurs que, lors de ladite phase de définition, ladite séquence élémentaire est définie de sorte à ne contenir que des opérations d'assemblage effectuées automatiquement. En conséquence, ladite zone d'assemblage ne comprend que des cellules modulaires d'assemblage.

20 [0029] On évite ainsi que des opérateurs soient présents dans une zone d'assemblage qui serait essentiellement constituée de cellules modulaires d'assemblage CMA, la présence d'un ou plusieurs opérateurs isolés entre des cellules CMA étant incompatible avec la flexibilité du nombre d'opérateurs au volume.

[0030] Dans une zone d'assemblage à cellules CMA, le défilement est à butées fixes.

25 [0031] Par contre, si, pour effectuer des opérations d'assemblage ne pouvant être automatisées, des postes manuels doivent être installés dans la zone d'assemblage, alors l'invention propose que, lors de ladite phase de définition, ladite séquence élémentaire est définie de sorte à ne contenir que des opérations d'assemblage

30

effectuées manuellement. Corrélativement, ladite zone d'assemblage ne comprend que des postes d'assemblage manuels.

5 [0032] Pour les mêmes raisons de flexibilité au volume du nombre d'opérateurs, il est préférable de regrouper dans une même zone d'assemblage d'une cellule CIMA un certain nombre de postes manuels et d'éviter la présence d'une ou plusieurs cellules CMA dans une telle zone d'assemblage.

[0033] Il est également prévu par l'invention que chaque cellule intégrée modulaire d'assemblage CIMA comprend un panneau d'affichage et/ou d'un émetteur de signaux sonores, afin d'indiquer l'état de fonctionnement de la cellule intégrée CIMA.

10 [0034] Enfin, l'invention concerne également une ligne d'assemblage de composants d'une pièce mécanique, remarquable en ce qu'elle comprend une pluralité de cellules intégrées modulaires d'assemblage selon l'invention.

[0035] On notera que le principe de conception de ligne sur lequel repose l'invention favorise la qualité. En effet, en dissociant la partie approvisionnement de la partie  
15 assemblage où se trouve la valeur ajoutée, on spécialise le travail des opérateurs. Ceux d'entre eux qui travaillent dans des zones d'approvisionnement n'ont comme unique préoccupation de choisir les bons composants et de les charger sur la palette. Quant aux opérateurs des zones d'assemblage, ils n'ont pas à gérer la problématique de la diversité; ils prennent toujours leurs composants au même endroit sur la palette  
20 sans se soucier de la nature des composants eux-mêmes. D'autre part, les cellules modulaires d'assemblage CMA sont conçues suivant le principe d'automation. Si un défaut n'était pas détectable, il ferait l'objet d'une **porte** qualité en fin de cellule CIMA.

[0036] On va maintenant montrer comment la séquence d'opérations présentée ci-  
25 dessus pour illustrer l'état de la technique peut être réalisée dans le cadre de l'invention.

[0037] La cellule intégrée modulaire d'assemblage CIMA dans laquelle doivent être effectuées ces opérations comprend une zone d'approvisionnement où un ou plusieurs opérateurs chargent sur une palette en défilement continu la pompe à huile,  
30 le vilebrequin et le carter chapeau.

[0038] Dans la zone d'assemblage à butées fixes, quatre cellules modulaires d'assemblage CMA1, CMA2, CMA3 et CMA4 sont configurées pour effectuer automatiquement les opérations suivantes :

- 5 • CMA1 : opérations de mise en place de la pompe à huile sur le moteur et de serrage de la pompe à huile,
- CMA2 : opération de mise en place du vilebrequin dans le moteur,
- CMA3 : opération de mise en place du carter chapeau
- CMA4 : opération de serrage du carter chapeau.

10 [0039] Il faut souligner que la configuration des cellules CMA dans une cellule intégrée CIMA n'est pas unique et figée une fois pour toutes mais peut se conformer à des impératifs d'investissement progressif.

[0040] On peut par exemple imaginer de réaliser une première cellule CMA qui effectuerait toutes les opérations ci-dessus. Cette cellule aurait un temps de cycle de travail T.

15 [0041] Pour diminuer ce temps et augmenter la capacité de production, il suffit d'enlever certaines opérations et de les réimplanter dans une nouvelle cellule CMA pour donner la structure suivante à deux CMA :

- CMA1 : opérations de mise en place de la pompe à huile sur le moteur, de serrage de la pompe à huile et de mise en place du vilebrequin dans le moteur,
- 20 • CMA2 : opérations de mise en place du carter chapeau et de serrage du carter chapeau.

[0042] Pour encore diminuer le temps T, on peut utiliser la configuration ci-dessus à quatre cellules CMA.

25 [0043] Comme toutes les cellules CMA sont constituées de sous-ensembles modulaires, les éléments investis pour une CMA sont réutilisables pour une autre.

[0044] En résumé, la conception de la ligne d'assemblage proposée par l'invention permet de satisfaire au mieux les principes de la méthode de production optimisée connue sous le nom de « Lean Manufacturing Engineering ». Les principes pris en compte sont les suivants :

- 30 • automatisation en priorité de la valeur ajoutée,

- flexibilité au volume,
- flexibilité au mix-produit,
- juste à temps,
- aucun défaut,
- 5 • utilisation au maximum de la capacité de l'outil industriel,
- gestion visuelle et/ou sonore.

[0045] La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

- 10 • La figure 1 est un schéma d'une ligne d'assemblage de composants conforme à l'invention.
- La figure 2a est un schéma d'un premier type de cellules intégrées modulaires d'assemblage conforme à l'invention.
- La figure 2b est un schéma d'un deuxième type de cellules intégrées
- 15 modulaires d'assemblage conforme à l'invention.
- La figure 3 est une vue en perspective d'une palette de transport de composants.

[0046] Sur la figure 1 est représentée une ligne d'assemblage de composants d'une pièce mécanique, telle qu'un moteur thermique de véhicule automobile. Cette ligne

20 d'assemblage est constituée d'un ensemble de N cellules intégrées modulaires d'assemblage CIMA<sub>1</sub>, CIMA<sub>2</sub>, ..., CIMA<sub>N</sub>, notées génériquement CIMA<sub>i</sub>. Chaque cellule CIMA<sub>i</sub> est chargée de réaliser une séquence élémentaire {OA}<sub>i</sub> d'opérations d'assemblage de composants.

[0047] De préférence, les séquences {OA}<sub>i</sub> sont définies de manière à pouvoir

25 constituer les cellules CIMA<sub>i</sub> selon deux architectures types, CIMA(1) et CIMA(2).

[0048] Comme le montrent les figures 2a et 2b, les deux types de cellules intégrées modulaires d'assemblage CIMA(1), CIMA(2) ont pour caractéristique commune de présentées deux zones distinctes A et B.

[0049] La zone A est la zone d'approvisionnement de la cellule CIMA dans laquelle

30 les composants nécessaires à l'exécution, dans la même cellule, de la séquence élémentaire {OA} d'opérations d'assemblage sont chargés sur une palette 10 de

transport par un certain nombre d'opérateurs, ici les deux opérateurs OP1 et OP2. Le choix d'effectuer le chargement de la palette 10 de manière manuelle résulte de la priorité donnée à l'automatisation de la valeur ajoutée, c'est-à-dire à l'assemblage proprement dit. Dans ce cas, on évite alors, lorsque cela est possible, d'introduire un poste de chargement automatique entre les opérateurs, ce qui serait contraire au principe de flexibilité au volume. Si, néanmoins, notamment pour des raisons de poids de composants, un poste automatique de chargement devait être installé dans la zone A, une solution pour assurer la flexibilité au volume serait d'adopter une configuration dite en « marguerite », où le poste automatique est placé en coupure entre deux postes manuels.

[0050] Dans la zone A d'approvisionnement, la palette 10 circule en défilement continu.

[0051] La figure 3 montre comment la palette 10 de transport est constituée. On peut voir sur cette figure qu'à côté de la pièce mécanique 100, ici un moteur thermique, les composants 110 à assembler sur le moteur dans la cellule CIMA considérée sont disposés dans des posages 11. Le moteur 100 reste sur la palette 10 à la traversée des cellules  $CIMA_i$  successives. Par contre, les posages 11 sont vidés de leurs composants 110 en sortie de chaque  $CIMA_i$ . C'est pourquoi en fonction des CIMA, les posages sont utilisés ou non. Au besoin, des posages « navettes » peuvent être montés sur la palette 10 par les opérateurs de la zone A d'une  $CIMA_i$  et démontées au début de la suivante  $CIMA_{i+1}$  pour les opérateurs de la zone A.

[0052] Après avoir traversé la zone A d'approvisionnement, la palette 10 entre dans la zone B dédiée à l'assemblage des composants présents sur la palette selon une séquence élémentaire {OA} d'opérations d'assemblage définie. On prendra l'exemple où la séquence élémentaire comporte trois opérations d'assemblage OA1, OA2 et OA3 : {OA} = OA1+OA2+OA3.

[0053] Sur la figure 2a on peut voir que la zone B d'assemblage de la cellule de type CIMA(1) ne comporte que des postes automatiques constitués de cellules modulaires d'assemblage CMA1, CMA2 et CMA3, chargées d'effectuer respectivement les opérations d'assemblage OA1, OA2 et OA3 de la séquence élémentaire {OA}.

Compte tenu que ces cellules CMA doivent accomplir des tâches très simples de saisie de composants sur la palette, de transfert des composants sur le moteur et de vissage des composants, les cellules CMA peuvent être composées d'éléments standard reconfigurables.

5 [0054] Dans la zone B, la palette 10 circule en défilement à butées fixes.

[0055] Les cellules intégrées modulaires d'assemblage de type CIMA(1) répondent donc au principe d'automatisation prioritaire de la valeur ajoutée et également à celui de la flexibilité au volume puisque, de préférence, aucun poste manuel ne se trouve isolée entre des cellules CMA.

10 [0056] La conception des cellules CIMA selon le type CIMA(1) permet également d'envisager un investissement progressif en regroupant ou, au contraire, en dissociant les opérations d'assemblage OA à valeur ajoutée entre cellules CMA.

[0057] Prenant l'exemple d'assemblage des demi-coussinets de lignes de vilebrequins, on peut définir de la manière suivante la séquence {OA} d'opérations à effectuer dans une cellule CIMA :

15

- dévissage des chapeaux de vilebrequin,
- mise en place des demi-coussinets sur le carter,
- mise en place des demi-coussinets sur les chapeaux,
- mise en place des chapeaux sur le carter et vissage.

20 [0058] Pour réaliser cette séquence, on peut envisager un investissement de base dans une structure de cellule CIMA(1) à un opérateur dans la zone A de chargement et une zone B à une seule cellule CMA comprenant un préhenseur A équipé de deux visseuses et d'une pince pour dévisser, prendre et déposer les chapeaux de vilebrequin, et un préhenseur B équipé d'une pince pour prendre les demi-coussinets.

25

[0059] Dans la cellule CIMA, les différentes opérations sont réalisées de la manière suivante :

- dans la zone A, l'opérateur charge les quatre demi-coussinets de chapeaux de vilebrequin et les quatre demi-coussinets du carter,

- dans la zone B, le préhenseur A dévisse un par un les chapeaux de vilebrequin et à, l'aide de la pince, vient les poser sur les demi-coussinets et clipper ensemble les demi-coussinets avec les chapeaux,
- le préhenseur B vient prendre un par un les demi-coussinets et les clipper dans le carter,
- le préhenseur A reprend les chapeaux un par un, les repose sur le carter et les visse à l'aide des deux visseuses.

[0060] Dans le cas où de fortes cadences sont demandées, on peut investir dans une autre organisation de CIMA faisant appel à un nombre X d'opérateurs dans la zone A et à trois cellules CMA, à savoir une cellule CMA1 équipée de quatre fois deux visseuses et de quatre pinces de prise de chapeaux de vilebrequin, une cellule CMA2 équipée de quatre pinces de prise de demi-coussinets, et une cellule CMA3 équipée de quatre fois deux visseuses et quatre pinces de prise de chapeaux de vilebrequin.

[0061] Les différentes opérations dans la cellule CIMA sont alors réalisées de la manière suivante :

- dans la zone A, les X opérateurs chargent les quatre demi-coussinets de chapeaux de vilebrequin et les quatre demi-coussinets du carter,
- dans la zone B, à la CMA1, les quatre chapeaux de vilebrequin sont dévissés en même temps à l'aide des quatre fois deux visseuses, puis pris par les quatre pinces, déposés sur les demi-coussinets et clippés, A la CMA2, les quatre pinces viennent prendre simultanément les quatre demi-coussinets et les clipper dans le carter. A la CMA3, les quatre pinces viennent prendre les quatre chapeaux de vilebrequin, les déposent sur le carter et les visse à l'aide des quatre fois deux visseuses.

[0062] Ces deux exemples d'investissement illustrent la capacité de la structure des cellules CIMA à s'adapter au volume sur le moyen terme, mais aussi en instantané. En effet, si après l'investissement des trois CMA, la cadence diminue de façon ponctuelle, on peut réduire le nombre d'opérateurs dans la zone A d'approvisionnement.

[0063] Ce principe peut bien entendu s'appliquer de la même manière aux zones B manuelles à valeur ajoutée telles qu'elles vont être décrites maintenant.

[0064] Au cas où certaines opérations d'assemblage doivent être effectuées manuellement, il y a lieu de définir des séquences élémentaires {OA'} d'opérations d'assemblage manuelles. On obtient alors une organisation de cellules CIMA conforme à la cellule de type CIMA(2) montrée sur la figure 2b.

[0065] Dans ce second type de cellules CIMA, la zone A d'approvisionnement est suivie d'une zone B d'assemblage constituée, par exemple, de trois postes manuels occupés par des opérateurs OP'1, OP'2 et OP'3 chargés d'effectuer les opérations manuelles OA'1, OA'2 et OA'3. On respecte ainsi le principe de flexibilité au volume puisqu'aucun poste automatique ne se trouve isolé au milieu de postes manuels.

## REVENDICATIONS

1. Procédé d'assemblage de composants (110) d'une pièce mécanique (100), caractérisé en ce que ledit procédé comprend une phase initiale de définition d'au moins une séquence élémentaire ({OA}, {OA'}) d'au moins une opération (OA1, OA2, OA3 ; OA'1, OA'2, OA'3) d'assemblage de composants de ladite pièce mécanique, et, une phase d'assemblage comprenant au moins une étape élémentaire consistant à approvisionner, dans une zone (A) d'approvisionnement, les composants à assembler au cours de ladite séquence élémentaire ({OA}, {OA'}), et à effectuer, dans une zone (B) d'assemblage, ladite opération d'assemblage de ladite séquence élémentaire.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'approvisionnement, dans ladite zone (A) d'approvisionnement, des composants à assembler au cours de ladite séquence élémentaire est effectué manuellement.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel ladite séquence élémentaire ({OA}) est définie de sorte à contenir au moins une opération (OA1, OA2, OA3) d'assemblage effectuée automatiquement.
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel, lors de ladite phase de définition, ladite séquence élémentaire ({OA}) est définie de sorte à ne contenir que des opérations (OA1, OA2, OA3 ; OA'1, OA'2, OA'3) d'assemblage effectuées toutes automatiquement ou toutes manuellement.
5. Cellule intégrée modulaire d'assemblage (CIMA) pour la mise en œuvre d'une étape élémentaire du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant une zone (A) d'approvisionnement apte à recevoir les composants à assembler au cours de la séquence élémentaire ({OA}, {OA'}), et une zone (B) d'assemblage dans laquelle est effectuée ladite opération (OA1, OA2, OA3 ; OA'1, OA'2, OA'3) d'assemblage de ladite séquence élémentaire.
6. Cellule intégrée modulaire d'assemblage selon la revendication 5 dans laquelle un moyen (10) de transport de composants est apte à traverser par défilement, d'une

part, ladite zone (A) d'approvisionnement où lesdits composants (110) à assembler au cours de la séquence élémentaire ({OA}, {OA'}) sont chargés sur ledit moyen de transport et, d'autre part, ladite zone (B) d'assemblage où ladite opération d'assemblage est effectuée sur ledit moyen (10) de transport.

- 5 7. Cellule intégrée modulaire d'assemblage selon l'une des revendications 5 ou 6, dans laquelle ladite zone (B) d'assemblage comprend au moins une cellule modulaire d'assemblage (CMA1, CMA2, CMA3) apte à effectuer automatiquement au moins une opération (OA1, OA2, OA3) d'assemblage de ladite séquence élémentaire ({OA}).
- 10 8. Cellule intégrée modulaire d'assemblage (CIMA(1)) selon la revendication 7, dans laquelle ladite zone (B) d'assemblage ne comprend que des cellules modulaires d'assemblage (CMA1, CMA2, CMA3).
9. Cellule intégrée modulaire d'assemblage (CIMA(2)) selon l'une des revendications 5 à 7, dans laquelle ladite zone (B) d'assemblage ne comprend que des postes  
15 d'assemblage manuels (OP'1, OP'2, OP'3).
10. Ligne d'assemblage de composants d'une pièce mécanique, caractérisée en ce qu'elle comprend une pluralité (CIMA1, CIMA2, ..., CIMAN) de cellules intégrées modulaires d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 5 à 9.

1/2

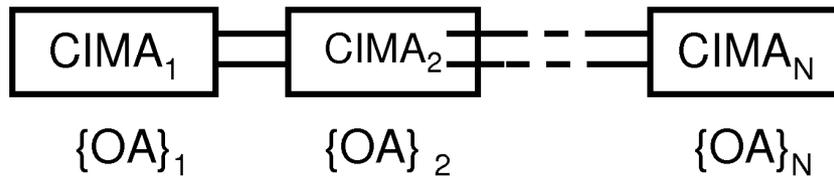


Figure 1

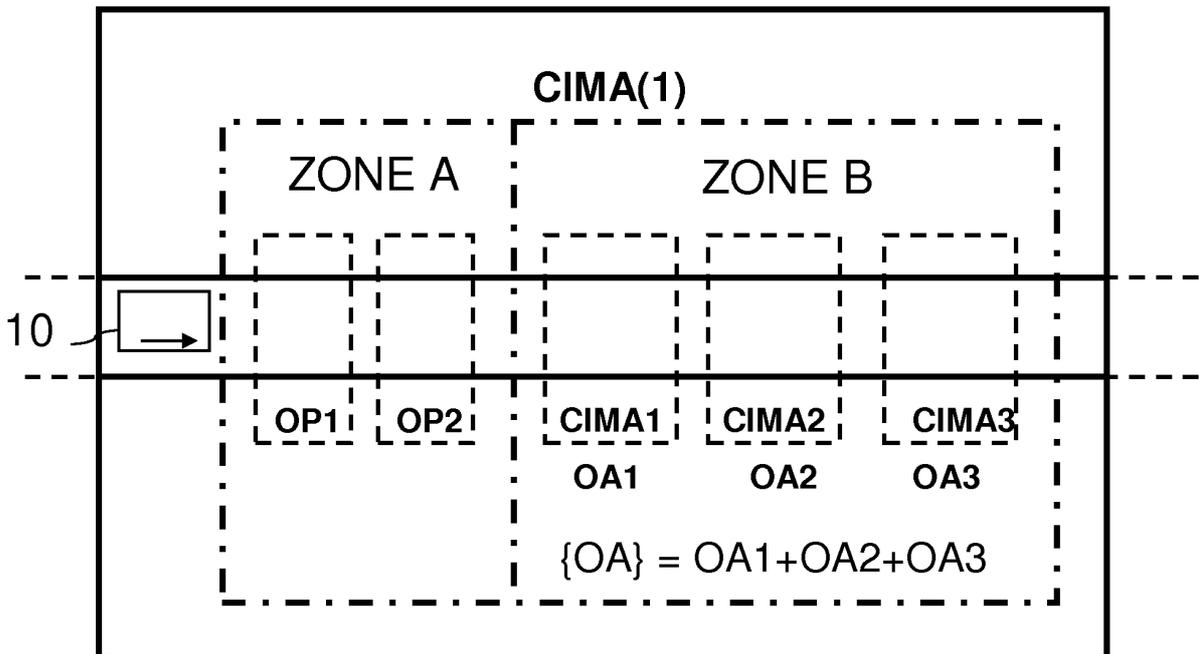


Figure 2a

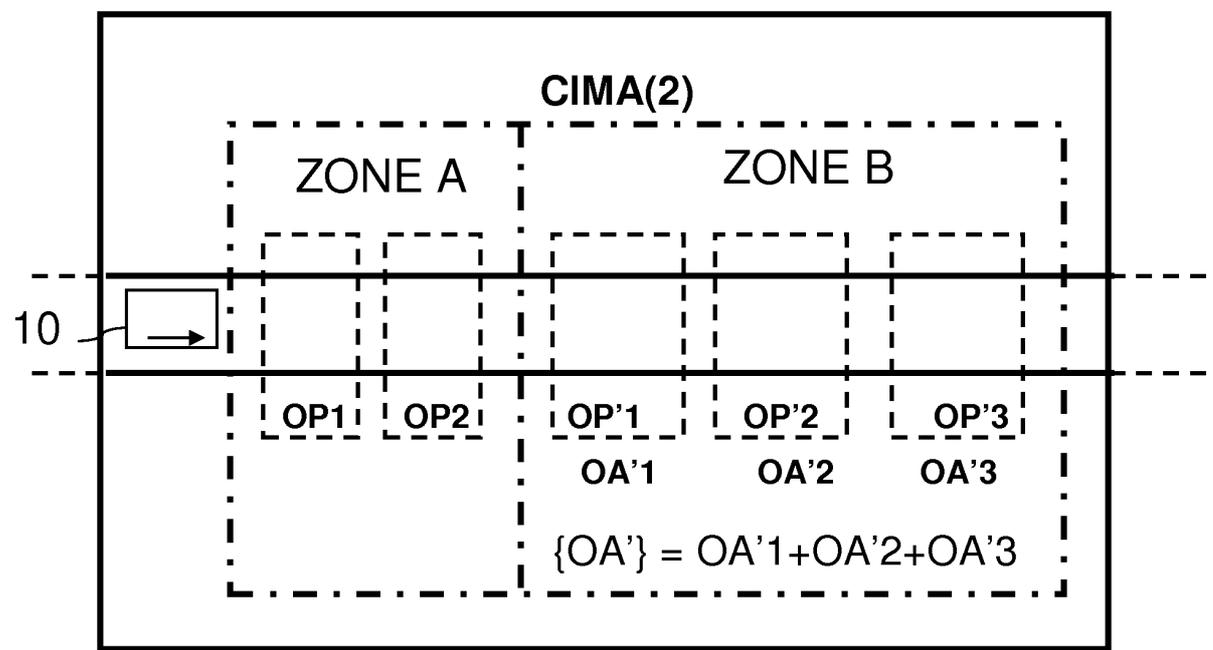


Figure 2b

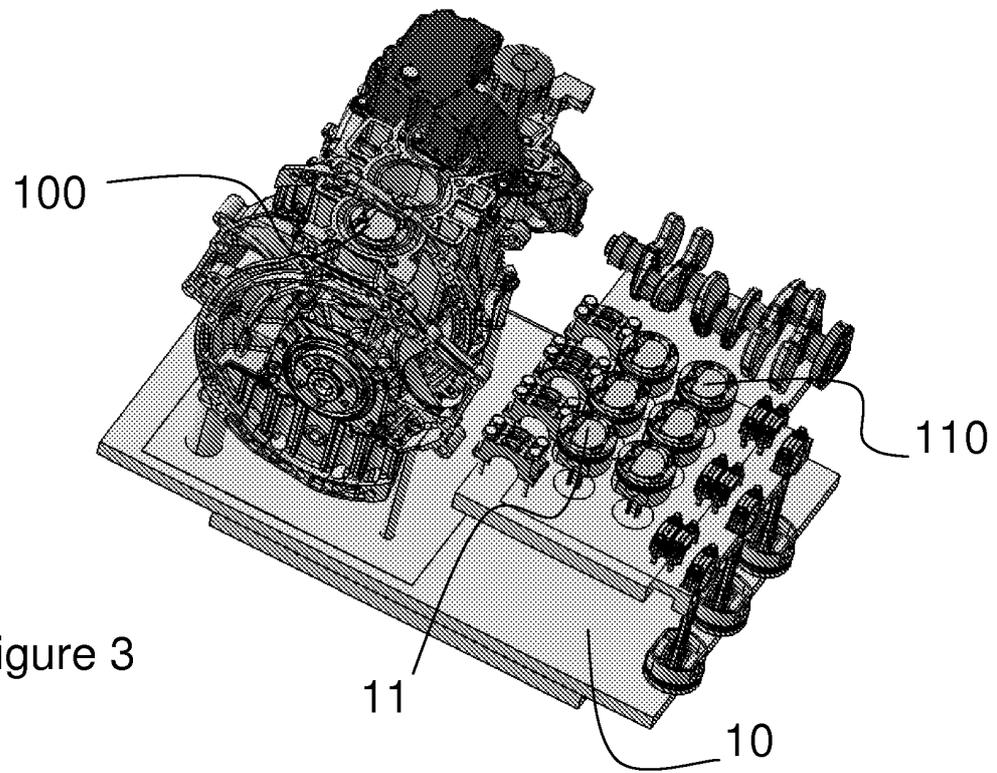


Figure 3



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 724945  
FR 0955995

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 815 190 A (HABA JR ANTHONY R [US] ET AL) 28 mars 1989 (1989-03-28) * abrégé * * colonne 5, ligne 63 - colonne 8, ligne 2 * * figures 1-17 *	1-10	B62D65/02 B65G47/00
X A	EP 0 816 011 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 7 janvier 1998 (1998-01-07) * colonne 1, ligne 7-11 * * colonne 1, ligne 55 - colonne 2, ligne 39 * * colonne 2, ligne 55 - colonne 5, ligne 16 * * colonne 6, ligne 15 - colonne 8, ligne 32 * * figures 1-3 *	1,2,4-6, 9,10 3,7,8	
X A	US 4 473 935 A (TATSUURA TAMIAKI [JP] ET AL) 2 octobre 1984 (1984-10-02) * colonne 1, ligne 15 - colonne 5, ligne 43 * * figures 1-10 *	1,3-8 2,9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B23P
X A	US 6 236 901 B1 (GOSS LOIS [US]) 22 mai 2001 (2001-05-22) * colonne 1, ligne 7-10 * * page 2, ligne 50 - page 7, ligne 65 * * colonne 8, ligne 27-63 * * figures 1-6 *	1,2,4,5, 9 3,6-8,10	
X A	DE 10 2006 029037 A1 (SPRENGER HOLGER [DE]) 3 janvier 2008 (2008-01-03) * alinéas [0001], [0007], [0008], [0011], [0017] - [0029] * * figures 1-4 *	1-3,5-8 4,9,10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 avril 2010		Stocker, Christian	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention                      E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.                      D : cité dans la demande                      L : cité pour d'autres raisons                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0955995 FA 724945**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **22-04-2010**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4815190	A	28-03-1989	AUCUN	
-----				
EP 0816011	A1	07-01-1998	JP 8197352 A	06-08-1996
			US 5771554 A	30-06-1998
-----				
US 4473935	A	02-10-1984	AT 385228 B	10-03-1988
			CA 1188488 A1	11-06-1985
			DE 3222657 A1	30-12-1982
			FR 2507522 A1	17-12-1982
			GB 2113185 A	03-08-1983
			IT 1155055 B	21-01-1987
			JP 1772795 C	14-07-1993
			JP 4048566 B	07-08-1992
			JP 57211430 A	25-12-1982
-----				
US 6236901	B1	22-05-2001	AU 756706 B2	23-01-2003
			AU 8930798 A	14-10-1999
			BR 9804298 A	16-11-1999
			CN 1230724 A	06-10-1999
			CN 101354583 A	28-01-2009
			DE 19904264 A1	21-10-1999
			FR 2782177 A1	11-02-2000
			GB 2336003 A	06-10-1999
			HK 1051833 A1	09-07-2004
			IE 980799 A1	20-10-1999
			IE 20030559 A1	11-02-2004
			IT T0990210 A1	18-09-2000
			JP 11285936 A	19-10-1999
			JP 2009119599 A	04-06-2009
			SG 72871 A1	23-05-2000
			TW 477957 B	01-03-2002
-----				
DE 102006029037	A1	03-01-2008	AUCUN	
-----				