

⑤④ PROCÉDE POUR LE PARTAGE DE DONNEES DE FABRICATION D'UN PRODUIT.

②② Date de dépôt : 23.07.20.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *THALES Société anonyme* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 28.01.22 Bulletin 22/04.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 17.03.23 Bulletin 23/11.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : VALENTIN François et GAILLARD
Frédéric.

⑦③ Titulaire(s) : *THALES Société anonyme*.

⑦④ Mandataire(s) : ATOUT PI LAPLACE.



Description

Titre de l'invention : Procédé pour le partage de données de fabrication d'un produit

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne un procédé pour le partage de données de fabrication d'un produit, un système pour le partage de données de fabrication d'un produit, un produit programme d'ordinateur comportant des instructions de programme exploitables par ledit système pour le partage de données de fabrication d'un produit.

Technique antérieure

[0002] Il est connu d'utiliser des étiquettes communicantes radio fréquence, dite étiquettes RFID (pour « Radio Frequency Identification » en anglais) dans des processus de fabrication qui nécessitent une certaine dématérialisation, une sécurisation et une garantie de configuration des produits fabriqués. Ces contraintes sont particulièrement présentes dans les domaines de haute technologie comme la production de produits pour l'aéronautique, pour le spatial ou pour le domaine médical. De manière classique, un procédé de fabrication consiste en l'assemblage de différents sous-produits lors de différentes opérations de fabrication dans un certain ordre et selon des caractéristiques et des étapes de fabrication définies lors du développement et de l'industrialisation de ce produit. Le passage en série se traduit par la répétition fidèle de ces différentes opérations de fabrication au moyen d'un logiciel d'aide à l'exécution ou tout autre moyen permettant à posteriori de valider et de comparer la réalisation physique du produit aux éléments d'un dossier de définition de ce produit. Dans le cadre de produits destinés à des marchés dans lequel l'environnement normatif est de haut niveau, ceux-ci peuvent s'accompagner d'un paquet documentaire justifiant la réalisation, les tests, les origines matières et tout autre document réclamé par le client. De manière classique, un processus de fabrication peut être généré à l'aide d'un logiciel de suivi d'exécution de production, tel qu'un logiciel PLM (pour « Product Lifecycle Management » en anglais), un logiciel ERP (pour « Entreprise Resource Program » en anglais) ou un logiciel MES (pour « Manufacturing Execution System » en anglais). De tels logiciels sont adaptés pour associer à chaque étape de production la mise à disposition de tout élément de plan ou instructions nécessaires. Or ces logiciels nécessitent des bases de données de taille importante. De plus, tout changement d'état physique du produit s'accompagne d'un changement dans le système d'information, ce qui induit des flux de données conséquents entre les différentes machines de la ligne de production. L'accès à des objets communicants bas coûts tels que des étiquettes RFID contribue de plus en plus dans l'industrie à favoriser la localisation, l'identification et

l'emport de données associées à des sous-produits. Ceci favorise les processus industriels mais sans que toutes les potentialités de ces étiquettes RFID n'aient été exploitées.

- [0003] Il existe donc un besoin d'améliorer le procédé de partage de données de fabrication d'un produit utilisant des étiquettes RFID tout en s'affranchissant, au moins partiellement, de la nécessité d'utiliser des logiciels de suivi d'exécution de production et en améliorant la traçabilité, la conformité de réalisation et la sécurisation des données partagées.

Exposé de l'invention

- [0004] La présente invention vise à remédier au moins en partie à ce besoin.

- [0005] Plus particulièrement, la présente invention vise à améliorer le partage de données de fabrication d'un produit.

- [0006] Un premier objet de l'invention concerne un procédé pour le partage de données de fabrication d'un produit, ledit produit étant fabriqué à partir de différents sous-produits lors de différentes opérations de fabrication, chaque sous-produit et/ou chaque opération de fabrication étant associé à une étiquette RFID, chaque étiquette RFID comprenant des données d'état de fabrication du produit. Lors de la fabrication du produit, le procédé comprend :

- une étape de réception de données d'état de la fabrication du produit des aux moins deux étiquettes RFID ;
- une étape de génération de nouvelles données d'état de la fabrication du produit à partir desdites données d'état reçues ;
- une étape de transmission des nouvelles données d'état de fabrication du produit vers les au moins deux étiquettes RFID.

- [0007] La solution proposée s'appuie sur l'existence en parallèle de composants physiques pour la réalisation d'une opération de production et des étiquettes radio fréquences attachées aux sous-produits permettant de répondre à des requêtes de localisation mais aussi à des échanges de données. Un assemblage se matérialise par la réunion en une unité de lieu et de temps de un ou plusieurs sous-produits, mais également de l'image informatique de cette transaction d'assemblage. Ainsi, c'est le produit en cours d'assemblage qui porte le système d'information. Les étiquettes RFID contiennent les données d'état de la fabrication du produit à un instant donné. Ces données d'état de la fabrication du produit sont mises à jour à chaque opération de fabrication. Les opérations d'assemblage physique et informatique sont en parfaite bijection et on ne peut plus valider une opération si les sous-produits n'ont pas réellement franchi cette opération. Les transactions en lien avec les logiciels de suivi sont réduites au strict minimum, ce qui permet une plus grande tolérance aux éventuelles pannes du réseau.

En outre, les données d'état de la fabrication du produit sont disponibles en limitant les interactions avec un réseau global, ce qui donne de l'autonomie et de la flexibilité aux ateliers de fabrication. Enfin, le parcours de production est généré de manière itérative par un chargement des opérations de l'étape N+1 à la fin de la validation de l'étape N et non plus de manière globale au début d'un cycle. Ceci permet de bénéficier des données d'état de la fabrication qui sont seulement nécessaires à l'étape en cours.

[0008] Dans un mode de réalisation l'étape de génération comprend une étape d'agrégation des données d'état des au moins deux étiquettes RFID, une étape de fractionnement desdites données d'état fusionnées pour former des nouvelles données d'état de fabrication du produit.

[0009] Ainsi, les données d'état sont réorganisées au cours de l'étape de génération. Celles-ci sont d'abord agrégées puis découpées pour former de nouvelles données d'état. Au cours de ces étapes, il est possible d'effectuer différentes opérations sur les données d'état telles que des opérations de duplications partielles ou totales des données etc. Les nouvelles données d'état générées sont transmises aux au moins deux étiquettes RFID.

[0010] Dans un mode de réalisation particulier, les nouvelles données d'état de fabrication du produit sont réparties entre les au moins deux étiquettes RFID.

[0011] Ces nouvelles données d'état sont ainsi éclatées entre différentes étiquettes RFID, ce qui permet une sécurisation global de ces données tout en traduisant en parallèle l'état d'avancement dans la fabrication du produit. Les calculs de répartition des données d'état de fabrication du produit sont réalisés au plus près via les étiquettes RFID ou des machines locales, ce qui diminue la charge au niveau des serveurs d'entreprise. Préférentiellement, ce sont les mêmes données d'état qui sont transmises aux deux étiquettes RFID. En variante, les nouvelles données d'état transmises sont différentes entre les étiquettes RFID.

[0012] Dans un mode de réalisation particulier, les données d'état de fabrication du produit comprennent des données choisies parmi la liste des données suivantes :

- un ou plusieurs plans ;
- un ou plusieurs certificats de conformité ;
- une ou plusieurs fiches d'instructions ;
- un ou plusieurs résultats de fabrication.

[0013] Les processus de fabrication dans l'industrie sont basés sur l'exécution en production d'opérations de fabrication, en conformité avec un dossier de définition qui est une compilation non exhaustive de données de plans, matières, gammes de fabrication et de contrôle, instructions variés, méthodes de test , etc. Les séquences de production font appel en permanence à ce dossier de définition pour faire progresser le produit et bâtir de manière symétrique un dossier de fabrication, la finalisation du produit étant

sanctionnée par la bonne fin de ces opérations et une vérification de conformité.

- [0014] Dans un mode de réalisation particulier, le procédé comprend, préalablement à l'étape de transmission des nouvelles données, une étape d'encryptage desdites nouvelles données d'état.
- [0015] Ainsi, toute modification dans les données d'état de fabrication est traduite par une transaction sécurisée avec les étiquettes RFID. Cette transaction utilise par exemple un cryptage asymétrique à l'aide d'un couple de clé privée, clé publique. On améliore ainsi globalement la sécurité du procédé pour le partage des données.
- [0016] Dans un mode de réalisation particulier, le procédé comprend une étape de vérification des données d'état reçues.
- [0017] Ainsi, à chaque opération de fabrication, il est procédé à une vérification des données d'état. Cette vérification a lieu, par exemple, une fois que les données d'état provenant de différentes étiquettes RFID sont fusionnées. Si par inadvertance, une ou plusieurs étiquettes RFID sont substituées sur le produit en cours de fabrication, la fusion des données d'état n'est pas conforme et il convient d'arrêter la fabrication pour vérifier les différentes étiquettes RFID. Cette vérification des données d'état est également nécessaire pour éviter tout risque en cas de modifications malveillantes des données d'état dans les étiquettes RFID au cours de la fabrication du produit.
- [0018] Dans un mode de réalisation particulier, les nouvelles données d'état sont stockées dans un dispositif de stockage centralisé de données d'état.
- [0019] Cela permet de suivre de manière centralisée les différentes opérations de fabrication du produit.
- [0020] Dans un mode de réalisation particulier, les nouvelles données d'état sont stockées dans une chaîne de blocs.
- [0021] Par chaîne de blocs (« blockchain » en anglais), on entend une base de données distribuées et sécurisées par des techniques cryptographiques. Les transactions échangées sont groupées en blocs à intervalles de temps réguliers en formant une chaîne de blocs. Après avoir enregistré les transactions récentes, un nouveau bloc est généré et analysé. Si le bloc est valide, celui peut être horodaté et ajouté à la chaîne de blocs. Chaque bloc est lié au précédent par une clé de hachage. Ainsi, une fois ajouté à la chaîne de blocs, un bloc ne peut plus être modifié ni supprimé, ce qui garantit l'authenticité et la sécurité des données stockées. Les blocs de données de la chaîne de blocs peuvent être accessibles en lecture et/ou en écriture par des entités externes à l'usine de fabrication. Par exemple, les blocs de données peuvent être consultés par un client du produit fabriqué qui veut s'assurer de sa bonne conformité. Un tel client pourra alors avoir accès au détail des différentes opérations de fabrication via la chaîne de blocs.
- [0022] Un autre objet de l'invention concerne un système pour le partage de données de fabrication d'un produit, ledit produit étant fabriqué à partir de différents sous-produits

lors de différentes opérations de fabrication. Chaque sous-produit et/ou chaque opération de fabrication est associé à une étiquette RFID. Chaque étiquette RFID comprend des données d'état de fabrication du produit. Le système de partage des données comprend :

- un récepteur de données d'état de la fabrication du produit des aux moins deux étiquettes RFID ;
- un générateur de nouvelles données d'état de la fabrication du produit à partir desdites données d'état reçues ;
- un transmetteur des nouvelles données d'état de fabrication du produit vers les au moins deux étiquettes RFID.

[0023] Dans un mode de réalisation particulier, le système comprend un dispositif de stockage centralisé de données d'état pour le stockage des nouvelles données d'état.

[0024] Dans un mode de réalisation particulier, le système comprend une chaîne de blocs pour le stockage des nouvelles données d'état.

[0025] Un autre objet de l'invention concerne un produit programme d'ordinateur comportant des instructions de programme exploitables par le système pour le partage de données de fabrication d'un produit selon un objet précédent, qui lorsqu'elles sont exécutées ou interprétées par ledit système déclenchent la mise en œuvre du procédé pour le partage de données de fabrication d'un produit selon un autre objet précédent.

[0026] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :

[0027] [Fig.1] la [Fig.1] est une vue schématique illustrant un système pour le partage de données de fabrication d'un produit conforme à l'invention ;

[0028] [Fig.2] la [Fig.2] est une vue schématique d'un calculateur local du système de partage de données de la [Fig.1] ;

[0029] [Fig.3] la [Fig.3] illustre une partie d'un procédé pour le partage de données de fabrication d'un produit conforme à l'invention.

[0030] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation et variantes présentées et d'autres modes de réalisation et variantes apparaîtront clairement à l'homme du métier.

[0031] Sur les différentes figures, les éléments identiques ou similaires portent les mêmes références.

[0032] La [Fig.1] représente schématiquement un système 10 conforme à l'invention pour le partage de données de fabrication d'un produit. Ce système comprend ici :

- des étiquettes RFID A, B, C, D, E ;
- des machines locales 11A, 11B, 11C, 11D ;
- des calculateurs locaux 12A, 12B, 12C, 12D ;
- un serveur central 13 ;

- un réseau local 14 ;
- un nuage informatique 15 ;
- une passerelle 16.

- [0033] Les étiquettes RFID A, B, C, D, E sont des éléments électroniques comprenant une antenne et une puce électronique. L'antenne est conçue pour fonctionner dans une bande de fréquence donnée, par exemple dans une basse fréquence comprise entre 120 KHZ et 150 KHZ. La puce électronique est reliée à l'antenne. Cette puce est destinée à stocker un identifiant Id_A , Id_B , Id_C , Id_D , Id_E respectivement associé à chacune des étiquettes RFID A, B, C, D, E. La puce électronique est également adaptée pour stocker des données d'état de la fabrication du produit S_A , S_B , S_C , S_D ; S'_A , S'_B ; S''_A , S''_B , S''_C ; S'''_A , S'''_B , S'''_C , S'''_D ; S_E , S''''_A , S''''_B , S''''_C , S''''_D , S''''_E . Ces données d'état sont modifiables dans l'étiquette RFID. On notera que le produit étant fabriqué à partir de différents sous-produits lors de différentes opérations de fabrication, chaque sous-produit est associé à une étiquette RFID A, B, C, D. De la même manière, une opération immatérielle, par exemple un essai thermique ou un chargement de logiciel, peut être associé également à une étiquette RFID E.
- [0034] Les machines locales 11A, 11B, 11C, 11D sont adaptées pour lire les étiquettes RFID A, B, C, D, E et pour extraire tout ou partie des données d'état de fabrication du produit. Ces machines locales 11A, 11B, 11C, 11D sont également adaptées pour écrire des nouvelles données d'état de fabrication du produit à la place des données d'état initialement extraites. Par exemple, la machine locale 11A extrait les données d'état de fabrication S_A de l'étiquette RFID A et les données d'état de fabrication S_B de l'étiquette RFID B. Ces données d'état de fabrication S_A , S_B sont envoyées au calculateur local 12A. En retour, le calculateur local 12A fournit des nouvelles données d'état S'_A et S'_B qui vont être respectivement écrites dans l'étiquette RFID A et dans l'étiquette RFID B. Les machines locales 11A, 11B, 11C, 11D permettent également l'assemblage des différents sous-produits au cours des différentes opérations de fabrication.
- [0035] Les calculateurs locaux 12A, 12B, 12C, 12D sont adaptés pour effectuer des opérations d'agrégation ou de fusion de données d'état de fabrication du produit provenant de différentes étiquettes RFID. Ces données ainsi fusionnées sont ensuite éclatées en de nouvelles données d'état de fabrication du produit puis réparties entre les différentes étiquettes RFID. La [Fig.2] illustre plus particulièrement le calculateur local 12A de la [Fig.1]. Ce calculateur local 12A comprend un récepteur 121 de données d'état S_A , S_B provenant respectivement de l'étiquette RFID A et de l'étiquette RFID B. Le récepteur 121 reçoit également les identifiants Id_A , Id_B des étiquettes RFID A, RFID B. Le calculateur local 12A comprend en outre un générateur 122 de nouvelles données d'état S'_A , S'_B . Comme il a déjà été précisé, ce générateur 122

agrège les données d'état reçues S_A , S_B puis il les sépare en nouvelles données d'état S'_A , S'_B . Dans une variante de réalisation, les données d'état agrégées sont recombinaées avant d'être séparées. Ceci permet d'introduire un certain aléa dans la génération de ces nouvelles données d'état. Les nouvelles données d'état S'_A , S'_B sont associées respectivement aux identifiants Id_A , Id_B des étiquettes RFID A, RFID B. Enfin, un transmetteur 123 transmet les nouvelles données d'état S'_A , S'_B auxdites étiquettes RFID A, RFID B. La description du calculateur local 12A à partir de la [Fig.2] peut également s'appliquer mutatis mutandis aux autres calculateur locaux 12B, 12C, 12D.

[0036] Le serveur central 13 est adapté pour centraliser les données d'état de fabrication du produit. Il comprend pour cela des moyens de stockage adaptés. Ces moyens de stockage peuvent ainsi contenir l'ensemble de l'historique du processus de fabrication du produit.

[0037] Le réseau local 14 est adapté pour permettre une communication entre les machines locales 11A, 11B, 11C, 11D, les calculateurs locaux 12A, 12B, 12C, 12D et le serveur central 13.

[0038] Le nuage informatique 15 regroupe l'ensemble des services informatiques qui sont accessibles à l'extérieur de l'usine de fabrication. Ces services informatiques sont par exemple un service de stockage sur des serveurs tiers, des mises en réseau, des logiciels tels que des logiciels bureautiques, du contenu, un accès à Internet.

[0039] La passerelle 16 relie le serveur central 11 au nuage informatique 12. Elle permet ainsi de faire le lien entre le réseau local et le réseau Internet du nuage informatique 15. La passerelle 16 effectue principalement le routage des paquets de données. Elle peut avoir également une fonction de pare-feu, de proxy ou effectuer une surveillance de la qualité de service du réseau.

[0040] Il va maintenant être décrit un procédé, conforme à l'invention, pour le partage de données de fabrication d'un produit à partir de la [Fig.1] et de la [Fig.3]. Le produit fabriqué est ici un calculateur pour acquisition et affichage de données avion utilisé pour actionner des volets dudit avion. Ce calculateur pour acquisition comprend un châssis, une carte d'alimentation, une carte CPU (pour « Central Processing Unit » en anglais), une carte vidéo. Chacun de ces sous-éléments comprend une étiquette RFID. Ainsi, le châssis est associé à l'étiquette RFID A, la carte d'alimentation est associée à l'étiquette RFID B, la carte CPU est associée à l'étiquette RFID C, et la carte vidéo est associée à l'étiquette RFID D. L'étiquette RFID A comprend l'identifiant Id_A . L'étiquette RFID B comprend l'identifiant Id_B . L'étiquette RFID C comprend l'identifiant Id_C . L'étiquette RFID D comprend l'identifiant Id_D . Une étiquette RFID E est associée à un essai au brouillard salin. Cet essai est réalisé une fois l'assemblage du châssis, de la carte d'alimentation, de la carte CPU et de la carte vidéo obtenu. L'étiquette RFID E comprend quant à elle l'identifiant Id_E .

- [0041] La [Fig.3] illustre des étapes EX1 à EX5 avec X compris entre 1 et N, N représentant le nombre d'opérations (assemblage, traitement) que vont subir les différents sous-produits pour former le produit final. Dans une première opération E1, la carte d'alimentation est assemblée avec le châssis par la machine locale 11A. Les données d'état S_A associées à l'étiquette RFID A et les données d'état S_B associées à l'étiquette RFID B sont transmises par la machine locale 11A. Dans une étape E11, ces données d'état S_A, S_B sont reçues par le calculateur local 12A. Dans une étape E12, des nouvelles données d'état S'_A, S'_B sont générées. Dans une étape E13, les nouvelles données d'état S'_A, S'_B sont encryptées. Pour cela, le calculateur local 12A comprend une clé privée et la machine locale 11A comprend une clé publique associée à ladite clé privée. Dans une étape E14, ces nouvelles données d'état S'_A, S'_B sont transmises à la machine locale 11A. Celles-ci sont alors stockées respectivement dans les étiquettes RFID A, RFID B à la place des données d'état précédentes S_A, S_B . On notera que les nouvelles données d'état S'_A, S'_B sont différentes des données d'état S_A, S_B . Dans un mode de réalisation particulier, les nouvelles données d'état S'_A sont identiques aux nouvelles données d'état S'_B . En variante, les nouvelles données d'état S'_A sont différentes des nouvelles données d'état S'_B . En parallèle, dans une étape E15, les nouvelles données d'état S'_A, S'_B sont stockées dans le dispositif de stockage centralisé 13 de données d'état. Ces nouvelles données d'état S'_A, S'_B sont associées, dans le dispositif de stockage centralisé 13, avec les identifiants Id_A, Id_B des étiquettes RFID A, RFID B et avec un identifiant correspondant à la première opération E1.
- [0042] L'étiquette RFID attachée à chaque sous-produit important de la nomenclature porte en supplément de ses données classiques un ensemble de données liées au processus de fabrication qui se caractérise par le fait qu'il existe un suivi de la fabrication de la même manière qu'un logiciel de suivi. On améliore ainsi drastiquement la traçabilité et la sécurité des données de production et on peut à chaque transformation physique ou non du produit associer une transformation dans le système d'information et assurer la localisation permanente des produits.
- [0043] Dans une seconde opération E2, la carte CPU est assemblée avec un ensemble comprenant la carte d'alimentation et le châssis, par la machine locale 11B. Les données d'état S'_A associées à l'étiquette RFID A, les données d'état S'_B associées à l'étiquette RFID B et les données d'état S'_C associées à l'étiquette RFID C sont transmises par la machine locale 11B. Dans une étape E21, ces données d'état S'_A, S'_B, S'_C sont reçues par le calculateur local 12B. Dans une étape E22, des nouvelles données d'état S''_A, S''_B, S''_C sont générées. Dans une étape E23, les nouvelles données d'état S''_A, S''_B, S''_C sont encryptées. Pour cela, le calculateur local 12B comprend une clé privée et la machine locale 11B comprend une clé publique associée à la clé privée. Dans une étape E24, ces nouvelles données d'état S''_A, S''_B, S''_C sont transmises à la

machine locale 11C. Celles-ci sont alors stockées respectivement dans les étiquettes RFID A, RFID B, RFID C à la place des données d'état précédentes S'_A , S'_B , S'_C . On notera que les nouvelles données d'état S''_A , S''_B , S''_C sont différentes des données d'état S'_A , S'_B , S'_C . Dans un mode de réalisation particulier, les nouvelles données d'état S''_A sont identiques aux nouvelles données d'état S''_B et S''_C . En variante, les nouvelles données d'état S''_A sont différentes des nouvelles données d'état S''_B et S''_C . En parallèle, dans une étape E25, les nouvelles données d'état S''_A , S''_B , S''_C sont stockées dans le dispositif de stockage centralisé 13 de données d'état. Ces nouvelles données d'état S''_A , S''_B , S''_C sont associées, dans le dispositif de stockage centralisé 13, avec les identifiants Id_A , Id_B , Id_C des étiquettes RFID A, RFID B, RFID C et avec un identifiant associé à la seconde opération E2.

[0044] Il sera procédé de manière identique pour la troisième opération E3 et pour la quatrième opération E4.

[0045] Ainsi, la troisième opération E3 concerne l'assemblage de la carte vidéo avec un ensemble comprenant la carte CPU, la carte d'alimentation, le châssis, par la machine locale 11C. Des nouvelles données d'état S'''_A , S'''_B , S'''_C , S'''_D sont générées à partir des données d'état S''_A , S''_B , S''_C , S_D par le calculateur local 12C au cours de différentes opérations E31 à E35. Ces nouvelles données d'état S'''_A , S'''_B , S'''_C , S'''_D sont associées, dans le dispositif de stockage centralisé 13, avec les identifiants Id_A , Id_B , Id_C , Id_D des étiquettes RFID A, RFID B, RFID C, RFID D et avec un identifiant associé à la troisième opération E3.

[0046] La quatrième opération E4 concerne l'essai au brouillard salin sur un ensemble comprenant la carte vidéo, la carte CPU, la carte d'alimentation, le châssis, réalisé par la machine locale 11D. Des nouvelles données d'état S''''_A , S''''_B , S''''_C , S''''_D , S''''_E sont générées à partir des données d'état S'''_A , S'''_B , S'''_C , S'''_D par le calculateur local 12D au cours des différentes opérations E41 à E45. Ces nouvelles données d'état S''''_A , S''''_B , S''''_C , S''''_D , S''''_E sont associées, dans le dispositif de stockage centralisé 13, avec les identifiants Id_A , Id_B , Id_C , Id_D , Id_E des étiquettes RFID A, RFID B, RFID C, RFID D, RFID E et avec un identifiant de la quatrième opération E4.

[0047] Le produit final comprend alors les étiquettes RFID A, RFID B, RFID C, RFID D, RFID E avec les nouvelles données d'état S''''_A , S''''_B , S''''_C , S''''_D , S''''_E . Un identifiant Id_F est associé à ce produit final. Cet identifiant Id_F est stocké dans le dispositif de stockage centralisé 13 avec les opérations E1, E2, E3, E4.

[0048] Dans un mode de réalisation préférentiel, les données d'état sont vérifiées à leur réception dans les différents calculateurs locaux 12B, 12C, 12D. Par exemple, il est vérifié que les données d'état reçues S'_A , S'_B sont identiques ou sont compatibles entre elles. Si ce n'est pas le cas, il est déduit que l'une des étiquettes RFID A, RFID B a été modifiée, de manière intentionnelle ou non, entre la première opération E1 et la

seconde opération E2. Dès lors, la fabrication du produit doit être stoppée.

- [0049] Les données d'état associées aux identifiants des étiquettes RFID et aux identifiants des différentes opérations peuvent être consultés à tout moment en interne à partir du dispositif de stockage centralisé 13. Ces données peuvent être également consultées par des personnes extérieures à l'usine de fabrication via le nuage informatique 15, la passerelle 16 et le serveur central 13 et à partir de l'identifiant Id_F présent sur le produit final.
- [0050] Dans un mode de réalisation préférentiel, les nouvelles données d'état sont stockées dans une chaîne de blocs (non représentée sur la [Fig.1]) au fur et à mesure de l'avancement des opérations E1, E2, E3, E4. Cette chaîne de blocs est accessible par des personnes extérieures à l'usine de fabrication via le nuage informatique 15, la passerelle 16 et à partir de l'identifiant Id_F présent sur le produit final.
- [0051] Un autre objet de l'invention concerne un produit programme d'ordinateur comportant des instructions de programme exploitables par le système 121, 122, 123 pour le partage de données de fabrication du produit final qui lorsqu'elles sont exécutées ou interprétées par ce système déclenchent la mise en œuvre du procédé pour le partage des données E1, E2, E3, E4.
- [0052] Le programme d'ordinateur peut être enregistré sur un support d'enregistrement lisible par un processeur. Le support peut être électronique, magnétique, optique ou électromagnétique.
- [0053] En particulier, l'invention peut être implémentée par un dispositif comprenant un processeur et une mémoire. Le processeur peut être un processeur générique, un processeur spécifique, un circuit intégré propre à une application (connu sous le nom anglais d'ASIC (pour « Application-Specific Integrated Circuit », en anglais)) ou un réseau de portes programmables in situ (connu sous le nom anglais de FPGA pour « Field-Programmable Gate Array »).
- [0054] Le dispositif peut utiliser un ou plusieurs circuits électroniques dédiés ou un circuit à usage général. La technique de l'invention peut se réaliser sur une machine de calcul reprogrammable (un processeur ou un micro-contrôleur, par exemple) exécutant un programme comprenant une séquence d'instructions, ou sur une machine de calcul dédiée (par exemple un ensemble de portes logiques comme un FPGA ou un ASIC, ou tout autre module matériel).
- [0055] Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend au moins un support de stockage lisible par ordinateur (RAM, ROM, EEPROM, mémoire flash ou une autre technologie de mémoire, CD-ROM, DVD ou un autre support à disque optique, cassette magnétique, bande magnétique, disque de stockage non transitoire lisible par ordinateur) codé avec un programme d'ordinateur (c'est-à-dire plusieurs instructions exécutables) qui, lorsqu'il est exécuté sur un processeur ou sur plusieurs processeurs,

effectue les fonctions des modes de réalisation de l'invention décrits précédemment.

[0056] A titre d'exemple d'architecture matérielle adaptée à mettre en œuvre l'invention, un dispositif selon l'invention peut comporter un bus de communication auquel sont reliées une unité centrale de traitement ou microprocesseur, une mémoire morte (ROM pour « Read Only Memory » en anglais) pouvant comporter les programmes nécessaires à la mise en œuvre de l'invention, une mémoire vive ou mémoire cache (RAM pour « Random Access Memory » en anglais) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables et paramètres créés et modifiés au cours de l'exécution des programmes précités ; une interface de communication ou E/S (pour « Input/Output » en anglais) adaptée à transmettre et à recevoir des données.

[0057] L'invention apporte ainsi les avantages suivants :

- limiter le besoin en transaction informatique avec le réseau informatique et les logiciels de suivi puisque les données d'état de fabrication sont directement embarquées dans les étiquettes RFID ;
- améliorer la tolérance à des arrêts du logiciel de suivi ;
- garantir que toute modification physique du produit dans sa fabrication est traduite simultanément par une transaction sécurisée dans le système d'information ;
- garantir la configuration du produit fabriqué, tout en ayant une protection des données de cette configuration par le cryptage et le partage physique desdites informations entre les étiquettes RFID ;
- toute intervention, réparation ou démontage non autorisé d'un sous-produit se traduit par une destruction ou une impossibilité de récupérer l'information existant sur le produit à la manière d'une marque d'inviolabilité ;
- le système d'avancement de production est complètement sécurisé et des opérations n'entraînant pas de modification physique (traitement thermique, test, chargement de mémoire ou autre) sont suivies de manière aisée et fiable par l'encodage de la réalisation de ces opérations selon le principe décrit précédemment ;
- l'utilisation des technologies de chaîne de blocs assure l'enchaînement unique des opérations, le contrôle de la configuration et la résistance améliorée au rétro-engineering.

[0058] L'avancement du procédé de fabrication qui se caractérise par le rajout en unité de lieu d'autres sous-ensembles portant des étiquettes RFID permet de sécuriser l'ensemble documentaire par éclatement et cryptage de type chaîne de blocs de cet ensemble documentaire.

[0059] En résultat, l'avancement du processus de fabrication se fait en indépendance relative d'un système de suivi, la bonne fin d'une opération (assemblage, test, etc.) se traduit par une transformation non équivoque et systématique de l'ensemble documentaire, son ré-éclatement et cryptage entre les étiquettes RFID attachées aux sous-éléments.

- [0060] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation et variantes présentées et d'autres modes de réalisation et variantes apparaîtront clairement à l'homme du métier.
- [0061] Ainsi, l'invention s'applique dans les domaines de haute technologie comme la production de produits pour l'aéronautique, pour le spatial ou pour le domaine médical dans lesquels la notion de configuration et de traçabilité est forte.
- [0062] Ainsi, l'invention s'applique aux fabrications dans laquelle la chaîne logistique est complexe ou spatialement étendue avec des problématiques de localisation d'éléments.
- [0063] Ainsi, la lecture des étiquettes RFID au niveau des différentes machines locales permet la localisation dans le flux des différents sous-produits.
- [0064] Ainsi, tout ou partie des étiquettes RFID comprend une capacité de calcul distribuée.
- [0065] Ainsi, l'application d'une stratégie fusion-cryptage-éclatement peut s'appliquer à tout système d'objets de type IOT (pour « Internet Of Things » en anglais) collaboratifs où il est recherché une sécurisation des données et où la présence de l'ensemble des objets est critique pour la bonne réalisation d'une mission ou d'une opération.
- [0066] Ainsi, l'invention s'applique à tout groupe d'objets communicants ayant un besoin d'un fonctionnement collectif (partage d'information) sécurisé et dans lequel la perte d'un élément de la chaîne est critique.

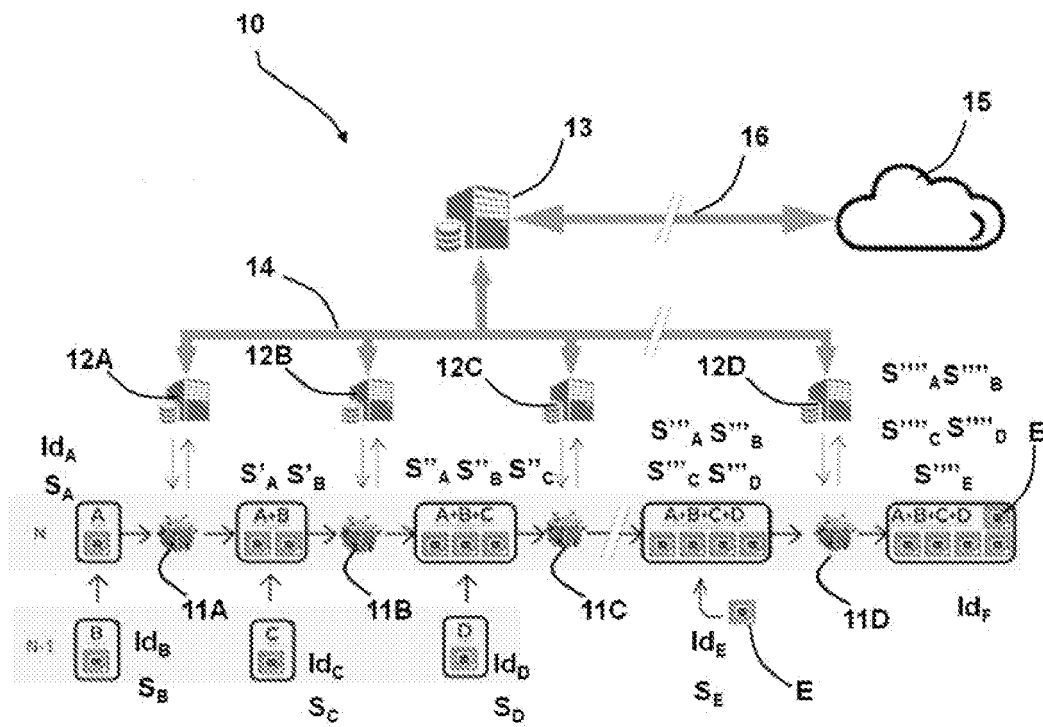
Revendications

- [Revendication 1] Procédé pour le partage de données de fabrication d'un produit, ledit produit étant fabriqué à partir de différents sous-produits lors de différentes opérations de fabrication, chaque sous-produit et/ou chaque opération de fabrication étant associé à une étiquette RFID (A, B, C, D, E), chaque étiquette RFID comprenant des données d'état de fabrication du produit ($S_A, S_B; S'_A, S'_B, S_C; S''_A, S''_B, S''_C, S_D; S'''_A, S'''_B, S'''_C, S'''_D, S_E$), caractérisé en ce que lors de la fabrication dudit produit, ledit procédé comprend :
- une étape de réception (EX1) de données d'état de la fabrication du produit des aux moins deux étiquettes RFID ;
 - une étape de génération (EX2) de nouvelles données d'état de la fabrication du produit ($S'_A, S'_B; S''_A, S''_B, S''_C; S'''_A, S'''_B, S'''_C, S'''_D; S''''_A, S''''_B, S''''_C, S''''_D, S''''_E$) à partir desdites données d'état reçues ($S_A, S_B; S'_A, S'_B, S_C; S''_A, S''_B, S''_C, S_D; S'''_A, S'''_B, S'''_C, S'''_D, S_E$), lesdites données d'état reçues étant réorganisées au cours de ladite étape de génération ;
 - une étape de transmission (EX4) des nouvelles données d'état de fabrication du produit vers les au moins deux étiquettes RFID (A, B, C, D, E).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de génération comprend une étape d'agrégation des données d'état ($S_A, S_B; S'_A, S'_B, S_C; S''_A, S''_B, S''_C, S_D; S'''_A, S'''_B, S'''_C, S'''_D, S_E$) des aux moins deux étiquettes RFID, une étape de fractionnement desdites données d'état fusionnées pour former des nouvelles données d'état ($S'_A, S'_B; S''_A, S''_B, S''_C; S'''_A, S'''_B, S'''_C, S'''_D; S''''_A, S''''_B, S''''_C, S''''_D, S''''_E$) de fabrication du produit.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel les nouvelles données d'état de fabrication du produit sont réparties entre les au moins deux étiquettes RFID.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les données d'état de fabrication du produit comprennent des données choisies parmi la liste des données suivantes :
- un ou plusieurs plans ;
 - un ou plusieurs certificats de conformité ;
 - une ou plusieurs fiches d'instructions ;
 - un ou plusieurs résultats de fabrication.

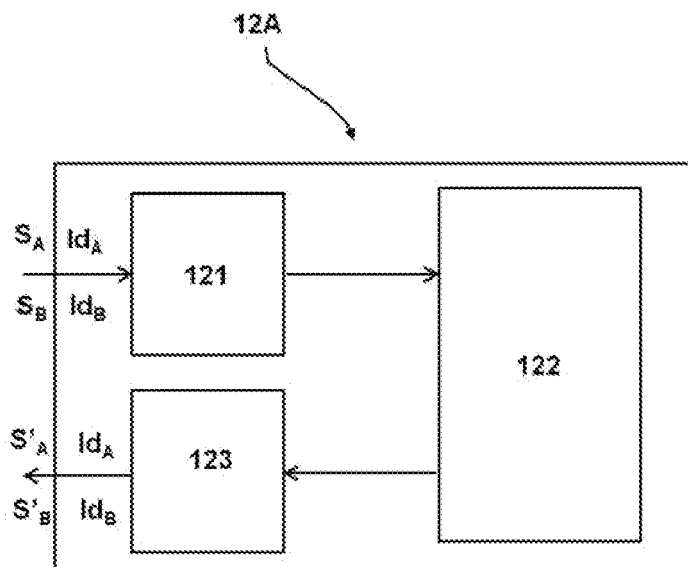
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel ledit procédé comprend, préalablement à l'étape de transmission (EX4) des nouvelles données d'état, une étape d'encryptage (EX3) desdites nouvelles données d'état.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel ledit procédé comprend une étape de vérification des données d'état reçues.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les nouvelles données d'état sont stockées dans un dispositif de stockage (EX5) centralisé (13) de données d'état.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel les nouvelles données d'état sont stockées dans une chaîne de blocs.
- [Revendication 9] Système pour le partage de données de fabrication d'un produit, ledit produit étant fabriqué à partir de différents sous-produits lors de différentes opérations de fabrication, chaque sous-produit et/ou chaque opération de fabrication étant associé à une étiquette RFID, chaque étiquette RFID comprenant des données d'état de fabrication du produit, ledit système de partage de données comprenant :
- un récepteur (121) de données d'état ($S_A, S_B; S'_A, S'_B, S_C; S''_A, S''_B, S''_C, S_D; S'''_A, S'''_B, S'''_C, S'''_D, S_E$) de la fabrication du produit des aux moins deux étiquettes RFID ;
 - un générateur (122) de nouvelles données d'état ($S'_A, S'_B; S''_A, S''_B, S''_C; S'''_A, S'''_B, S'''_C, S'''_D; S''''_A, S''''_B, S''''_C, S''''_D, S''''_E$) de la fabrication du produit à partir desdites données d'état reçues, lesdites données d'état reçues étant réorganisées par ledit générateur (122) ;
 - un transmetteur (123) des nouvelles données d'état de fabrication du produit vers les au moins deux étiquettes RFID.
- [Revendication 10] Système selon la revendication 9, dans lequel ledit système comprend un dispositif de stockage centralisé (13) de données d'état pour le stockage des nouvelles données d'état.
- [Revendication 11] Système selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, dans lequel ledit système comprend une chaîne de blocs pour le stockage des nouvelles données d'état.
- [Revendication 12] Produit programme d'ordinateur comportant des instructions de programme exploitables par le système pour le partage de données de fabrication d'un produit selon les revendications 9 à 11, qui lorsqu'elles sont exécutées ou interprétées par ledit système déclenchent la mise en œuvre du procédé pour le partage de données de fabrication d'un

produit selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

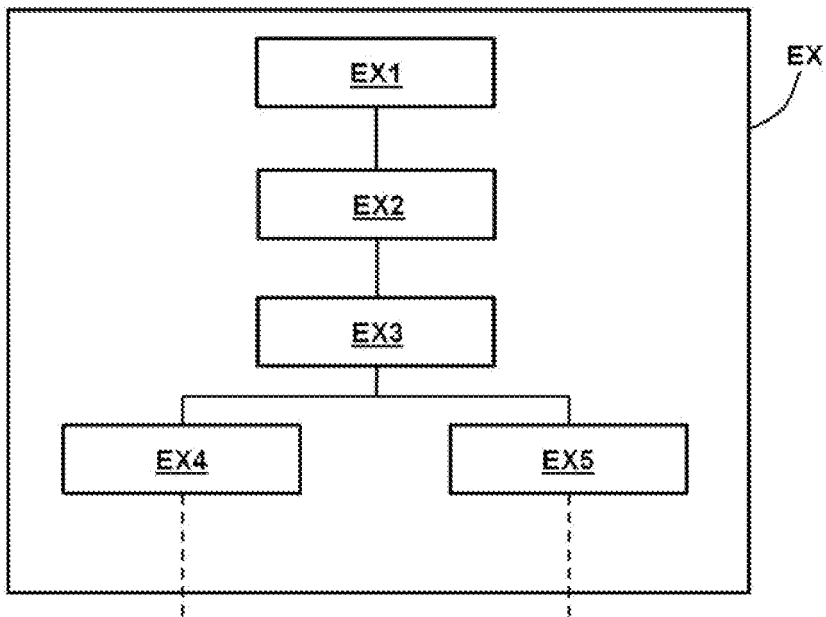
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

NEANT

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2004/084520 A1 (MUEHL GORDON [DE] ET AL) 6 mai 2004 (2004-05-06)

FERNANDEZ-CARAMES TIAGO M ET AL: "A Review on Human-Centered IoT-Connected Smart Labels for the Industry 4.0", IEEE ACCESS, vol. 6, 5 juin 2018 (2018-06-05), pages 25939-25957, XP011684872, DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2833501 [extrait le 2018-06-04]

EP 3 651 092 A1 (UNIV CORUNA [ES]) 13 mai 2020 (2020-05-13)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT