

(19)



(11)

EP 4 527 780 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
26.03.2025 Bulletin 2025/13

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B66C 13/16 ^(2006.01) **B66C 13/18** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **24200076.8**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B66C 13/18; B66C 13/16

(22) Date de dépôt: **12.09.2024**

(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:
GE KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Manitowoc Crane Group France
69570 Dardilly (FR)**

(72) Inventeurs:
• **GRIMAUD, Simon
69009 LYON (FR)**
• **BLASIAK, Quentin
69210 FLEURIEUX SUR L'ARBRESLE (FR)**

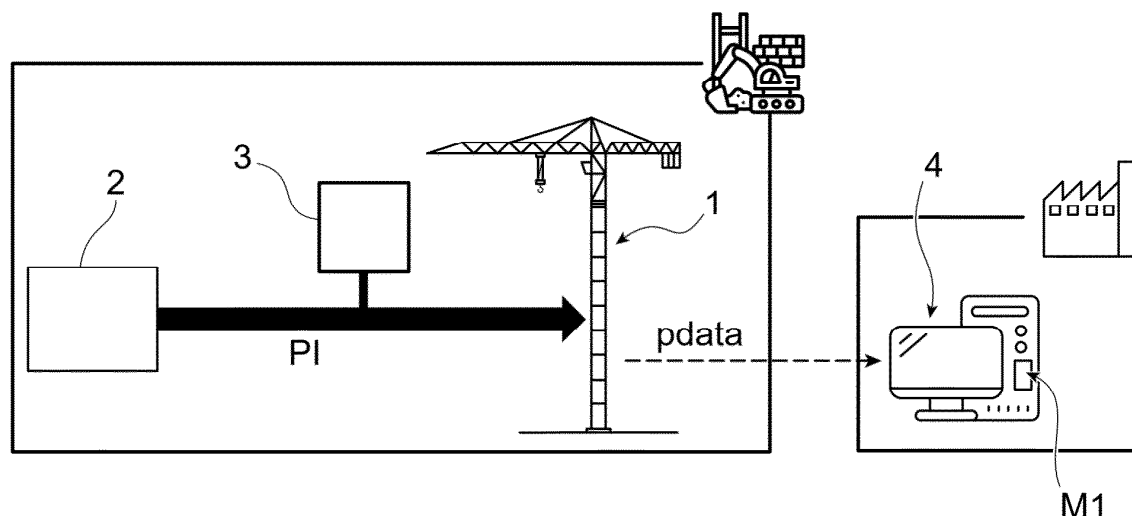
(30) Priorité: **22.09.2023 FR 2310071**

(74) Mandataire: **Germain Maureau
12, rue Boileau
69006 Lyon (FR)**

(54) **PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE D'UNE CONSOMMATION DE PUISSANCE ÉLECTRIQUE D'UNE GRUE**

(57) L'invention se rapporte à un procédé de surveillance conforme dans un premier temps pour surveiller et évaluer les consommations de puissance électrique des équipements électriques d'une grue (1) au cours d'une période temporelle donnée, les équipements électriques comprenant : des équipements d'actionnement contribuant à au moins un mouvement de la grue, et des équipements accessoires ne participant pas à un mouvement de la grue mais responsables de fonctions

consommatrices de puissance. Une fois la période temporelle achevée, le procédé de surveillance est conforme pour déterminer si au cours de la période temporelle, la grue a ou non consommé excessivement de la puissance, cette consommation excessive étant déduite en comparant une puissance d'alimentation (PI) fournie à la grue par au moins une source d'alimentation (2) avec les puissances électriques qu'ont consommé les équipements d'actionnement et les équipements accessoires.

**FIG. 1**

Description

[Domaine technique]

- 5 **[0001]** L'invention se rapporte à un procédé de surveillance à destination des grues.
[0002] Elle se rapporte plus particulièrement à un procédé de surveillance pour contrôler sur une période temporelle donnée les consommations de puissance électrique de l'ensemble des équipements électriques d'une grue afin d'optimiser son usage et qu'elle consomme le moins d'énergie possible.
[0003] L'invention trouve une application favorite, et non limitative, pour tous types de grue, par exemple : les grues à
10 tour, les grues à flèche distributrice, les grues à flèche relevable, les grues à flèche télescopique, les grues mobiles, les grues portuaires.

[Etat de la technique]

- 15 **[0004]** Aujourd'hui, les entreprises doivent se conformer positivement à de nouvelles réglementations pour amorcer leur transition écologique et mettre en pratique des comportements en faveur du développement durable, dans le but d'apporter une solution globale et pérenne aux grands enjeux environnementaux de ce siècle, en particulier sur les terrains de la réduction des consommations énergétiques et des émissions polluantes.
[0005] De manière connue, lorsqu'elle est utilisée sur un chantier de construction, une grue est alimentée en puissance
20 électrique par une ou plusieurs sources d'alimentation (par exemple : le réseau électrique, un groupe électrogène, une batterie...) dans le but :
- de faire fonctionner principalement des équipements électriques qu'elle comprend, dits équipements d'actionnement, afin de mettre en oeuvre un mouvement d'un élément mobile de la grue pour la déplacer (c'est-à-dire, un
25 mouvement de translation) ou pour le déplacement d'une charge (par exemple : un mouvement de levage, de distribution, d'orientation ou de relevage),
 - de chauffer ou climatiser la cabine de pilotage du grutier ou l'armoire électrique,
 - etc.
- 30 **[0006]** En raison de certaines pratiques et habitudes d'usage, les grues consomment généralement bien plus de puissance électrique qu'elles en ont besoin pour les tâches qui lui incombent sur le chantier, à savoir les déplacements de charge. En effet, des équipements électriques de la grue peuvent être alimentés lors de la réalisation d'une tâche alors qu'ils n'interviennent pas dans celle-ci, que ce soit directement ou indirectement.
[0007] A titre illustratif, si l'alimentation des équipements d'actionnement mettant en oeuvre un mouvement d'un
35 élément mobile de la grue est indispensable pour ladite mise en oeuvre, l'alimentation des équipements électriques, dits équipements accessoires, servant à chauffer la cabine du grutier n'est pas nécessaire, notamment si la température à l'intérieur de la cabine est telle qu'elle assure déjà le confort du grutier. Egalement, des équipements accessoires peuvent être alimentés sur de longues périodes alors que cela n'est pas utile. Par exemple, dans le cas où le chantier de construction est soumis à de faibles températures extérieures, il n'est pas forcément utile, pour assurer le confort en
40 cabine du grutier venant travailler le matin, d'alimenter les équipements accessoires en charge du chauffage de la cabine toute la nuit, mais seulement quelques heures avant l'arrivée du grutier.
[0008] Ainsi, une partie de la puissance électrique fournie à la grue est consommée inutilement et gaspillée, diminuant significativement le rendement énergétique de la grue. Parfois, la puissance électrique gaspillée peut être équivalente à la puissance électrique utile (soit un rendement énergétique de la grue de 50%) ; la puissance électrique utile correspondant
45 à une puissance totale d'actionnement qui résulte des actionnements des différents équipements d'actionnement participant aux déplacements.
[0009] Cette diminution du rendement énergétique devient problématique face aux enjeux écologiques actuels, notamment en termes de réchauffement climatique. C'est pourquoi les fabricants de grue, pour s'inscrire dans une démarche écoresponsable, se doivent de proposer des solutions pour l'amélioration du rendement énergétique de leurs
50 grues.
[0010] Des solutions connues, comme celles des documents CN216997307U et CN215208123U, visent à déterminer le rendement énergétique de la grue mais seulement dans le cadre de l'exécution de manoeuvres précises (en l'occurrence, pour les deux documents, la manoeuvre de levage d'une charge lorsque la grue est en activité).
[0011] Ainsi, ces solutions ne proposent pas de déterminer les consommations de puissance électrique pour l'ensemble
55 des équipements électriques de la grue, et de déterminer avec précision son rendement énergétique lors de son déploiement et son utilisation sur le chantier de construction.

[Résumé de l'invention]

[0012] En vue de répondre aux problématiques exposées auparavant, l'invention propose un procédé de surveillance pour une surveillance sur une période temporelle d'une consommation de puissance électrique par des équipements électriques d'une grue, laquelle grue étant alimentée par une puissance d'alimentation fournie par au moins une source d'alimentation, lesquels équipements électriques comprenant :

- des équipements d'actionnement, dans lequel chacun des équipements d'actionnement comprend au moins un moteur commandé par un variateur de vitesse et accouplé à au moins un élément mobile de la grue pour actionner, dans un état actif, un déplacement dudit au moins un élément mobile, sinon il est dans un état inactif ; et
- des équipements accessoires qui ne sont pas des équipements d'actionnement, autrement dit des équipements qui ne participent pas au déplacement d'un élément mobile de la grue, et dans lequel chacun des équipements accessoires assure une fonction consommatrice de puissance qui lui est propre lorsqu'il est dans un état actif, sinon il est dans un état inactif ;

ledit procédé de surveillance étant mis en oeuvre par un système de contrôle-commande raccordé aux variateurs de vitesse des équipements d'actionnement et raccordé aux équipements accessoires pour les faire passer de l'état inactif à l'état actif et réciproquement ;

ledit système de contrôle-commande contenant au moins une mémoire et un processeur défini par un temps de cycle, et

mettant au moins en oeuvre, pour chaque temps de cycle compris dans la période temporelle :

- une détermination d'un état de chaque équipement accessoire pour déterminer s'il est en dans l'état actif ou dans l'état inactif, et en déduire une puissance accessoire consommée dans le temps de cycle par ledit équipement accessoire lorsqu'il est dans l'état actif, sur la base d'un modèle de consommation électrique associé audit équipement accessoire qui est contenu dans le système de contrôle-commande ;
- une surveillance de chaque équipement d'actionnement comprenant une réception, en provenance du variateur de vitesse correspondant, d'une puissance d'actionnement consommée dans le temps de cycle par ledit équipement d'actionnement lorsqu'il est dans l'état actif.

[0013] Avantagusement, le procédé de surveillance de l'invention répond positivement à la problématique de connaissances des puissances consommées par l'ensemble des équipements de la grue en permettant au cours d'une période temporelle (pouvant correspondre par exemple à une journée, une semaine, un mois, voire une année) : de surveiller la consommation de puissance électrique d'une grue, plus précisément de ses équipements électriques, en comparaison avec la puissance d'alimentation fournie par l'au moins une source d'alimentation (par exemple : le réseau électrique, un groupe électrogène, une source d'alimentation rechargeable comme une batterie).

[0014] Les puissances consommées par les équipements électriques sont déterminées par le système de contrôle-commande de la grue.

[0015] Une distinction est faite parmi les équipements électriques entre :

- ceux dits équipements d'actionnement contribuant au déplacement d'éléments mobiles de la grue pour son montage, son déplacement, ou pour permettre à la grue de déplacer une charge (la grue étant dite en service, ou en travail) ; et
- ceux dits accessoires qui ne contribuent pas au déplacement d'éléments mobiles de la grue, mais accomplissent tout de même une fonction consommatrice de puissance, par exemple pour chauffer ou climatiser la cabine de pilotage du grutier.

[0016] Une liste non exhaustive d'équipements d'actionnement et d'équipements accessoires est fournie plus bas.

[0017] Un équipement d'actionnement (respectivement un équipement accessoire) est dit actif lorsqu'il contribue au mouvement de l'au moins élément mobile auquel il est associé (respectivement lorsqu'il met en oeuvre la fonction consommatrice de puissance qui l'incombe) ; l'équipement d'actionnement (respectivement l'équipement accessoire) étant dit inactif autrement.

[0018] Le système de contrôle-commande comprend au moins une mémoire et un processeur défini par un temps de cycle ; ce temps de cycle étant une donnée intrinsèque au processeur du système de contrôle-commande, qui traduit le temps nécessaire à la répétition d'une opération donnée et qui est en lien avec la vitesse de calcul du processeur. Plus précisément, c'est ce processeur qui met en oeuvre le procédé de surveillance, en exécutant un programme contenant une liste d'instructions relatives à ce dernier.

[0019] Dans le cadre de la mise en oeuvre du procédé de surveillance, la période temporelle est considérée comme étant segmentée en fonction du temps de cycle du processeur. Autrement dit, la période temporelle est constituée d'une

pluralité d'intervalles temporels qui sont égaux au temps de cycle. Par la suite, il est dit que la période temporelle est composée d'une pluralité de temps de cycle.

[0020] Au cours des temps de cycle segmentant la période temporelle, le système de contrôle-commande a connaissance de l'état des équipements électriques, c'est-à-dire s'ils sont actifs ou inactifs.

[0021] Dans le cas d'équipement d'actionnement actif, le système de contrôle-commande a connaissance de la puissance que ledit équipement d'actionnement consomme pendant le temps de cycle suite à la réception d'une mesure de ladite puissance, laquelle est mesurée par un variateur de vitesse que comprend l'équipement d'actionnement et auquel est raccordé le système de contrôle-commande. En effet, les variateurs de vitesse comprennent des compteurs de consommation d'énergie. La puissance que l'équipement d'actionnement consomme est appelée puissance d'actionnement.

[0022] Dans le cas d'un équipement accessoire actif, le système de contrôle-commande connaît la puissance que ledit équipement accessoire consomme pendant le temps de cycle en la calculant à partir d'un modèle mathématique correspondant à un modèle de consommation électrique de l'équipement accessoire, lequel est contenu dans le système de contrôle-commande. La puissance que l'équipement accessoire consomme est appelée puissance accessoire.

[0023] Avantagusement, l'emploi de modèles de consommation électrique permet de ne pas installer sur la grue des dispositifs de mesure devant mesurer les puissances accessoires, lesquels dispositifs nécessiteraient d'être alimentés en puissance pour procéder aux mesures. Par conséquent, l'emploi de modèles de consommation électrique permet de réduire la consommation d'énergie de la grue. Les modèles de consommation électriques permettent aussi de réduire les coûts en termes d'achat de dispositif de mesure.

[0024] Selon une caractéristique de l'invention, le système de contrôle-commande met au moins en oeuvre à posteriori de la période temporelle :

- un calcul, pour chacun des équipements accessoires, d'une puissance cumulée accessoire consommée sur la période temporelle par ledit équipement accessoire, en sommant les puissances accessoires consommées dans les temps de cycle où il a été dans l'état actif ;
- un calcul, pour chacun des équipements d'actionnement, d'une puissance cumulée d'actionnement consommée sur la période temporelle par ledit équipement d'actionnement, en sommant les puissances d'actionnement consommées dans les temps de cycle où il a été dans l'état actif ;
- une déduction d'une puissance totale accessoire correspondant à la somme des puissances cumulées accessoires consommées sur la période temporelle par tous les équipements accessoires ;
- une déduction d'une puissance totale d'actionnement correspondant à la somme des puissances cumulées d'actionnement consommées sur la période temporelle par tous les équipements d'actionnement ;
- une comparaison entre la puissance d'alimentation, la puissance totale accessoire et la puissance totale d'actionnement.

[0025] Avantagusement, le procédé de surveillance permet à un opérateur de connaître la puissance totale qu'a pu consommer chaque équipement électrique au cours de la période temporelle passée. Cette puissance totale est appelée puissance cumulée d'actionnement lorsque l'équipement d'électrique est un équipement d'actionnement, et puissance cumulée accessoire lorsque l'équipement d'électrique est un équipement accessoire.

[0026] Egalement, le procédé de surveillance permet à un opérateur de connaître quelles sont les parts de la puissance totale d'actionnement (c'est-à-dire la puissance utile) et de la puissance totale accessoire dans la consommation d'énergie électrique de la grue (autrement dit, la puissance d'alimentation).

[0027] Ainsi, l'opérateur est en mesure de conclure si, au cours de la période temporelle, la grue a consommé de la puissance en excès (c'est-à-dire lorsque la puissance totale accessoire est supérieure à la puissance utile dans la consommation d'énergie électrique de la grue), et de déterminer les origines de cet excès (c'est-à-dire d'identifier les équipements électriques ayant consommé de la puissance de manière excessive).

[0028] L'invention répond là encore aux problématiques soulevées précédemment en permettant à l'opérateur de déterminer avec précision le rendement énergétique d'une grue au cours d'une période temporelle durant laquelle ladite grue peut être déployée et/ou utilisée sur un chantier de construction, lequel rendement énergétique est égal, comme il est précisé plus bas, à la puissance totale d'actionnement divisée par la puissance d'alimentation.

[0029] Selon une caractéristique de l'invention, à posteriori de la période temporelle, le système de contrôle-commande constitue un ensemble de données de puissance comprenant au moins :

- les puissances cumulées accessoires de tous les équipements accessoires au cours de la période temporelle,
- les puissances cumulées d'actionnement de tous les équipements d'actionnement au cours de la période temporelle,
- la puissance totale accessoire,
- la puissance totale d'actionnement, et
- la puissance d'alimentation ;

lequel ensemble de données de puissance est horodaté sur la période temporelle puis enregistré dans la mémoire du système de contrôle-commande.

[0030] Autrement dit, les puissances calculées par le système de contrôle-commande et énumérées ci-avant sont regroupées par celui-ci dans un ensemble de données de puissance qu'il horodate et stocke dans sa mémoire.

[0031] Avantageusement, les ensembles de données de puissance sont donc classées temporellement en fonction de la période temporelle (jour, semaine, mois, voire une année) durant laquelle elles ont été calculées. Les puissances calculées ne sont donc pas perdues une fois le procédé de surveillance achevé, et un opérateur peut les consulter ultérieurement pour analyser le comportement énergétique de la grue.

[0032] Egalement, il est prévu que la mémoire du système de contrôle-commande puisse stocker les ensembles de données de puissance de plusieurs périodes temporelles, permettant alors à l'opérateur d'observer/analyser une évolution du comportement énergétique de la grue sur une longue période temporelle, pouvant à titre d'exemple correspondre à plusieurs périodes temporelles successives, et potentiellement d'identifier des anomalies de consommation d'énergie (la grue ayant pu consommer plus de puissance sur une période temporelle donnée comparativement aux autres).

[0033] Selon une caractéristique de l'invention, l'ensemble de données de puissance est exportable depuis le système de contrôle-commande vers un jumeau numérique de la grue modélisé dans une infrastructure informatique distante, l'ensemble de données de puissance étant mis dans un format de données compatible avec le jumeau numérique afin d'être exploité par celui-ci.

[0034] Avantageusement, l'emploi d'un jumeau numérique pour lequel est exploité au moins un ensemble de données de puissance permet à un opérateur de reproduire le contexte de déploiement et/ou d'utilisation de la grue au cours d'au moins une période temporelle. Ainsi, dans le cas où une consommation de puissance excessive aurait été observée au cours de l'au moins une période temporelle décrivant un contexte applicatif donné sur un chantier, l'opérateur peut se servir du jumeau numérique pour parvenir à des scénarii pour lesquels la consommation électrique de la grue est optimisée pour ladite au moins une période temporelle. Par la suite, ces scénarii peuvent être alors utilisés/exploités en étant concrètement reproduit sur le chantier si ledit contexte applicatif devait être à nouveau rencontré, cela pour mieux gérer la consommation en énergie de la grue. L'optimisation de la consommation de puissance peut résulter par exemple d'une activité plus réduite des équipements accessoires, d'une meilleure utilisation de la grue lorsqu'elle est en service ou en travail (optimisation des mouvements de la grue), etc.

[0035] Selon un mode de réalisation de l'invention, le système de contrôle-commande calcule, à postériori de la période temporelle, un rendement énergétique qui est égal à la puissance totale d'actionnement divisée par la puissance d'alimentation.

[0036] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'ensemble de données de puissance comprend également le rendement énergétique.

[0037] Selon une caractéristique de l'invention, le système de contrôle-commande détermine, à chaque temps de cycle compris dans la période temporelle, et en fonction d'au moins un équipement électrique parmi les équipements d'actionnement et les équipements accessoires se trouvant dans l'état actif, au moins un état de la grue parmi au moins un état hors service dans lequel tous les éléments d'actionnement sont dans l'état inactif, et au moins un état en service dans lequel au moins un des éléments d'actionnement est en état actif.

[0038] Autrement dit, au cours de chaque temps de cycle, le système de contrôle-commande est capable de déterminer si la grue est dans un état hors service ou bien dans un état en service.

[0039] Comme précédemment indiqué, la grue est considérée comme étant dans un état hors service lorsqu'aucun élément d'actionnement est à l'état actif. En revanche, dans l'état hors service, les équipements accessoires peuvent être ou non en service. L'état hors service peut correspondre à un moment durant lequel la grue est inactive, par exemple : lorsqu'elle est sommeil profond ; lorsqu'aucun équipement d'actionnement est actif et que la cabine de pilotage est préchauffée ou climatisée ; etc.

[0040] La grue est considérée comme étant dans un état en service lorsqu'au moins un élément d'actionnement est dans l'état actif pour contribuer à un mouvement d'un élément mobile. Autrement dit, dans l'état en service, la grue peut : être en cours de déploiement sur un chantier ; ou être pilotée par un grutier en vue d'être déplacée ou de déplacer une charge.

[0041] Selon un mode de réalisation de l'invention, l'au moins un état de la grue correspond à l'état en service pour un temps de cycle donné, le système de contrôle-commande associe pour chacun des équipements d'actionnement un mouvement choisi au moins parmi :

- un mouvement de distribution associé à un équipement de distribution parmi les équipements d'actionnement durant lequel est effectuée une manœuvre de distribution d'une charge le long d'une flèche de la grue,
- un mouvement de levage associé à un équipement de levage parmi les équipements d'actionnement durant lequel est effectuée une manœuvre de levage d'une charge,
- un mouvement d'orientation associé à un équipement d'orientation parmi les équipements d'actionnement durant

lequel est effectué une manoeuvre d'orientation d'une flèche,

- un mouvement de translation associé à un équipement de translation parmi les équipements d'actionnement durant lequel est effectuée une manoeuvre de translation de la grue,
- un mouvement de relevage associé à un équipement de relevage parmi les équipements d'actionnement durant lequel est effectuée une manoeuvre de relevage d'une flèche relevable, ou
- un mouvement de montage durant lequel est effectué un montage de la grue, lequel mouvement de montage est associé à un équipement de montage parmi les équipements d'actionnement et choisi au moins parmi : un équipement de pliage/dépliage pour un pliage/dépliage d'un mât et d'une flèche, un équipement de calage pour un calage de la grue au sol, un équipement d'orientation pour une orientation d'une base de la grue, un équipement de potence pour un actionnement d'un potence de montage.

[0042] Selon un mode de réalisation de l'invention, lorsque l'au moins un état de la grue correspond à l'état hors service pour un temps de cycle donné, le système de contrôle-commande associe pour chacun des équipements accessoires la fonction consommatrice choisie au moins parmi :

- une fonction de chauffage associée à un équipement de chauffage parmi les équipements accessoires pour chauffer une cabine de pilotage de la grue, et
- une fonction de climatisation associée à un équipement de climatisation parmi les équipements accessoires pour climatiser une cabine de pilotage de la grue.

[0043] Autrement dit, en fonction des équipements d'actionnement et/ou des équipements accessoires à l'état actif durant un temps de cycle, le système de contrôle-commande est capable de déterminer quel mouvement met en oeuvre la grue et/ou quelle fonctionnalité consommatrice de puissance est actuellement active.

[0044] Avantageusement, au cours d'un temps de cycle, le système de contrôle-commande est capable d'associer une puissance consommée (une puissance d'actionnement ou une puissance accessoire) à : un état de la grue (en service ou hors service) ; ainsi qu'à un mouvement de la grue ou à une fonction consommatrice d'énergie. Ainsi, à posteriori, lors de l'analyse de l'ensemble de données de puissance, l'opérateur est en capacité de déduire pour la période temporelle la puissance consommée pour mettre en oeuvre un mouvement ou une fonction consommatrice d'énergie donné(e).

[0045] Egalement, si plusieurs équipements d'actionnement (respectivement plusieurs équipements accessoires) contribuent au cours d'une période temporelle à un mouvement d'un élément mobile (respectivement à une fonction consommatrice d'énergie), l'opérateur peut connaître, à l'issue de la période temporelle, la puissance consommée par chacun d'eux pour mettre en oeuvre ledit mouvement (respectivement ladite fonction consommatrice d'énergie).

[0046] Avantageusement, le procédé de surveillance permet donc de traiter et classer les puissances cumulées consommées par les équipements électriques d'une grue temporellement (c'est-à-dire en fonction de la période temporelle), en fonction de l'état de la grue, et du mouvement ou de la fonction consommatrice d'énergie mis(e) en oeuvre ; ce qu'un système de mesure externe à la grue serait incapable de faire sans y intégrer une intelligence.

[0047] Selon un mode de réalisation de l'invention, le modèle de consommation électrique de chacun des équipements accessoires contient au moins, afin de calculer la puissance accessoire :

- le temps de cycle,
- une tension d'alimentation pour alimenter ledit équipement accessoire lorsque dans l'état actif,
- une intensité de consommation de l'équipement accessoire.

[0048] Autrement dit, la puissance accessoire d'un équipement accessoire au cours d'un temps de cycle est calculée à partir : du temps de cycle ; de la tension d'alimentation nécessaire pour alimenter l'équipement accessoire ; et de l'intensité consommée par l'équipement accessoire au cours du temps de cycle, laquelle est considérée comme uniforme.

[0049] Selon un mode de réalisation de l'invention, le temps de cycle est égal à 50 millisecondes, à plus ou moins 20% près.

[0050] Selon un mode de réalisation de l'invention, le système de contrôle-commande génère, à posteriori de la période temporelle, un rapport d'analyse contenant au moins l'ensemble de données de puissance de la période temporelle.

[0051] Avantageusement, le rapport d'analyse comprend l'ensemble des puissances calculées au cours de la période temporelle (puissances cumulées accessoires de tous les équipements accessoires, puissances cumulées d'actionnement de tous les équipements d'actionnement, puissance totale accessoire, puissance totale d'actionnement, puissance d'alimentation) pour permettre à l'utilisateur d'analyser le comportement énergétique de la grue au cours de la période temporelle.

[0052] Il est envisageable que le rapport d'analyse contienne le rendement énergétique calculé par le système de contrôle-commande pour la période temporelle.

[0053] Il est également envisageable que le rapport d'analyse contienne les ensembles de données de puissance de

plusieurs périodes temporelles.

[0054] Il est ensuite envisageable que le rapport d'analyse contienne une classification des puissances cumulées des équipements électriques de la grue en fonction : des périodes temporelles ; de l'état de la grue ; et du mouvement ou de la fonction consommatrice d'énergie mis(e) en oeuvre.

[0055] Enfin, en lien avec le point précédent, il est envisageable que le rapport d'analyse contienne une à plusieurs représentations graphiques montrant une répartition de la puissance d'alimentation en fonction :

- de l'état de la grue,
- du mouvement ou de la fonction consommatrice d'énergie mis(e) en oeuvre,
- des équipements d'actionnement et équipements accessoires (c'est-à-dire en fonction des puissances d'actionnement, des puissances cumulées d'actionnement, des puissances accessoires, des puissances cumulées accessoires), et
- de la puissance totale d'actionnement et de la puissance totale accessoire.

[0056] Selon une possibilité, la puissance d'alimentation est mesurée par un compteur électrique global en liaison avec le système de contrôle-commande.

[0057] Autrement dit, il est prévu de mesurer la puissance d'alimentation, au moyen du compteur électrique global (tel qu'un compteur fourni par un fournisseur d'électricité), pouvant être positionné en amont de l'au moins une source d'alimentation ou bien en entrée de la grue, et le système de contrôle-commande récupère cette mesure de la puissance d'alimentation.

[Brève description des figures]

[0058] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, d'un exemple de mise en oeuvre non limitatif, faite en référence aux figures annexées dans lesquelles :

[Fig 1] est une illustration d'un contexte applicatif dans lequel est mise en oeuvre le procédé de l'invention, lequel montre notamment une grue déployée sur un chantier de construction, une source d'alimentation fournissant à la grue pour son alimentation une puissance d'alimentation, et un compteur électrique global mesurant ladite puissance d'alimentation ;

[Fig 2] est une illustration schématique d'une grue comprenant au moins un système de contrôle-commande installé dans une cabine de pilotage, des équipements électriques parmi lesquels des équipements d'actionnement contribuant à la mise en oeuvre de mouvements de la grue, et des équipements accessoires ne participant pas à un mouvement de la grue mais assurant une fonction consommatrice de puissance comme le chauffage ou la climatisation de la cabine de pilotage de la grue ;

[Fig 3] est un diagramme de fonctionnement du procédé de surveillance de l'invention, lequel évalue au cours d'une période temporelle donnée les puissances consommées par les différents équipements électriques de la grue, cela en vue de déterminer si la grue a consommé excessivement de la puissance en regard de la puissance d'alimentation qui lui est fournie ;

[Fig 4] montre des exemples, dans le cadre d'un mode de réalisation de l'invention, de représentations graphiques montrant une répartition, pour une période temporelle donnée, de la puissance d'alimentation : (a) en fonction de la puissance consommée par tous les équipements d'actionnement et de la puissance consommée par tous les équipements accessoires, appelées respectivement puissance totale d'actionnement et puissance totale accessoire, ou (b) en fonction des équipements d'actionnement et des équipements accessoires, ou bien encore (c) en fonction des mouvements et des fonctions consommatrices de puissance mises en oeuvre.

[Description détaillée d'un ou plusieurs modes de réalisation de l'invention]

[0059] L'invention se rapporte à un procédé de surveillance 100 permettant d'évaluer, sur une période temporelle T donnée (par exemple : une journée, une semaine, un mois...), les puissances consommées par l'ensemble des équipements d'une grue 1 déployée et oeuvrant dans un chantier de construction ; cela dans le but que ces consommations de puissance soient analysées par la suite pour déterminer si la grue 1 a consommé ou non excessivement de la puissance en fonction de son usage en cours de la période temporelle T et, si c'est le cas, aboutir à des solutions permettant d'optimiser sa consommation de puissance lors de ses usages futurs.

[0060] Le procédé de surveillance est applicable à tous types de grue 1 : grues à tour, grues à flèche distributrice, grues à flèche relevable, grues à flèche télescopique, grues mobiles, grues portuaires.

[0061] Dans la suite de la description, il est considéré que la grue 1 est à une grue à flèche distributrice.

[0062] En référence aux Figure 1 et 2, la grue 1 comprend au moins un mât 102 et un ensemble tournant mis en rotation

autour d'un axe d'orientation d'extension verticale, et formé par une flèche 16 et une contre-flèche 17 sensiblement alignées, et éventuellement un porte-flèche (ou poinçon) avec tirants. Un contrepoids 171 est porté par la contre-flèche 17 pour contrebalancer le poids d'une charge qui est levée et/ déplacée par la grue 1.

[0063] La charge est attachée au moyen d'un crochet 191 levé se trouvant en extrémité d'un moufle 192, lequel se déplace verticalement en direction de la flèche 16 ou descendue selon l'enroulement ou le déroulement d'un câble de levage 19.

[0064] Le câble de levage 19 est suspendu à un chariot de distribution 18 mobile en translation sur un chemin de roulement prévu le long de la flèche 16.

[0065] Le grue 1 comprend également une cabine 101 de pilotage dans laquelle s'installe le grutier et dans laquelle se trouve un système de contrôle-commande 15 à partir duquel le grutier manoeuvre la grue 1.

[0066] Le système de contrôle-commande 15 comprend au moins une mémoire 152, un processeur 151 défini par un temps de cycle tc, et un programme 153 servant contenant une liste d'instructions pour lancer et exécuter le procédé de surveillance 100.

[0067] Par définition, une grue comprend aussi une pluralité d'équipements électriques 11, 12, 13, 14 qui comprennent non exhaustivement : un treuil de levage 12 ; un treuil de distribution 11 ; un équipement de chauffage 13 et un équipement de climatisation 14 tous deux installés dans la cabine 101. Ces quatre équipements électriques 11, 12, 13, 14 sont considérés par la suite pour expliquer le principe de fonctionnement du procédé de surveillance 100. Comme il vient de l'être indiqué, ils ne constituent qu'une partie des équipements électriques que peut comprendre concrètement la grue 1.

[0068] La mise en oeuvre du procédé de surveillance 100 repose en partie sur une catégorisation des équipements électriques 11, 12, 13, 14 selon leur rôle/attribution. Sont ainsi distingués les équipements électriques dits équipements d'actionnement 12, 13 de ceux dits équipements accessoires 13, 14.

[0069] Les équipements d'actionnement 11, 12 sont des équipements électriques qui comprennent au moins un moteur commandé par un variateur de vitesse 111, 121, et accouplés au moins à un élément mobile 18, 19 de la grue pour mettre en oeuvre, lorsqu'ils sont dans un état actif A11, A12, un déplacement dudit au moins élément mobile 18, 19 dont va résulter un mouvement Mvt11, Mvt12. Les variateurs de vitesse 111, 121 commandant les moteurs des équipements d'actionnement 11, 12 sont raccordés au système de contrôle-commande 15.

[0070] En référence à la Figure 2, la grue 1 comprend comme équipements d'actionnement :

- un équipement de distribution 11, c'est-à-dire le treuil de distribution, qui est accouplé au moins à un élément mobile 18, c'est-à-dire le chariot de distribution 18, pour mettre en oeuvre un mouvement de distribution Mvt11 durant lequel le chariot de distribution est mobile en translation de l'avant vers l'arrière de la flèche 16, et réciproquement ;
- un équipement de levage 12, c'est-à-dire le treuil de levage, qui est accouplé au moins à un élément mobile 19, c'est-à-dire le câble de levage, pour mettre en oeuvre un mouvement de levage Mvt12 durant lequel le treuil de levage enroule ou déroule le câble de levage 19, afin de déplacer verticalement le moufle 192 en direction de la flèche 16 ou du sol pour lever ou descendre une charge.

[0071] Non illustrés dans la Figure 2 et non considérés dans la suite de la description, peuvent être également cités comme équipements d'actionnement :

- un équipement d'orientation, par exemple un moteur électrique d'orientation, associé à une couronne d'orientation pour mettre en oeuvre un mouvement d'orientation durant lequel la flèche 16, ou plus globalement l'ensemble tournant de la grue 1, balaie une zone circulaire autour de l'axe d'orientation, laquelle zone circulaire correspond à la zone de travail de la grue ;
- un équipement de translation conformé pour mettre en oeuvre une manoeuvre de translation de la grue 1, laquelle pouvant être par exemple montée sur des rails s'il est prévu qu'elle se déplace dans le chantier de construction ;
- les équipements de montage conformés pour mettre en oeuvre un mouvement de montage de la grue, par exemple et non exhaustivement : un équipement de pliage/dépliage pour un pliage/dépliage du mât 102 et d'une flèche 16, un équipement de calage pour un calage de la grue 1 au sol, un équipement d'orientation pour une orientation d'une base de la grue 1, un équipement de potence pour un actionnement d'une potence de montage, etc. Ces équipements de montage peuvent être choisis, par exemple et non exhaustivement, parmi des moteurs électriques ou des centrales hydrauliques.

[0072] Dans le cas des grues à flèche relevable, les équipements d'actionnement, parmi ceux précédemment cités, ne comprennent pas d'équipement de distribution puisque ces grues ne comprennent pas de chariot de distribution. En effet, pour ce type de grue, la flèche est abaissée et relevée angulairement au moyen d'un au moins un câble de relevage. Ainsi, la charge est levée en fonction de l'inclinaison de la flèche et donc de l'enroulement ou du déroulement du câble de relevage. De fait, les équipements d'actionnement d'une grue à flèche relevable comprennent par contre un équipement de relevage (tel qu'un treuil de relevage) conformé pour mettre en oeuvre un mouvement de relevage de la flèche relevable,

en enroulant et déroulant pour cela le câble de relevage.

[0073] Les équipements accessoires 13, 14 sont des équipements électriques qui ne participent au déplacement d'un élément mobile 18, 19 de la grue 1, mais qui assurent une fonction consommatrice F13, F14 de puissance qui leur est propre lorsqu'ils sont dans un état actif A13, A14. En référence à la Figure 2, les équipements accessoires illustrés correspondent à l'équipement de chauffage 13, qui assure une fonction de chauffage F13 pour chauffer la cabine 101, et à l'équipement de climatisation 14, qui assure une fonction de climatisation F14 pour climatiser la cabine 101.

[0074] Les équipements d'actionnement 11, 12 et accessoires 13, 14, lorsqu'ils ne mettent pas respectivement en oeuvre un mouvement Mvt11, Mvt12 et une fonction consommatrice F13, F14, sont dits être dans l'état inactif NA11, NA12, NA13, NA14.

[0075] Les passages de équipements électriques 11, 12, 13, 14 de l'état actif A11, A12, A13, A14 à l'état inactif NA11, NA12, NA13, NA14, et réciproquement, sont gérés depuis et par le système de contrôle-commande 15.

[0076] La grue 1 est dite dans un état en service OP1 lorsqu'au moins un équipement d'actionnement 11, 12 est dans l'état actif A11, A12 ; cela indépendamment de l'état des équipements accessoires 13, 14. Autrement dit, dans l'état en service OP1, la grue 1 peut : être en cours de déploiement sur un chantier ; ou être pilotée par un grutier en vue d'être déplacée ou de déplacer une charge.

[0077] Autrement, la grue est dite dans un état hors service NOP1 lorsque tous les équipements d'actionnement 12, 13 sont dans l'état inactif NA11, NA12, que les équipements accessoires 13, 14 soient dans l'état actif A13, A14 ou inactif NA13, NA14. Ainsi, l'état hors service NOP1 peut correspondre à un moment durant lequel la grue 1 est inactive, par exemple : lorsqu'elle est sommeil profond (tous les équipements électriques 11, 12, 13, 14 sont dans l'état inactif NA11, NA12, NA13, NA14) ; lorsque les équipements d'actionnement 11, 12 sont inactifs mais que la cabine 101 de pilotage est préchauffée ou climatisée (signifiant que l'équipement de chauffage 13 ou l'équipement de climatisation 14 assure sa fonction consommatrice F13, F14) ; etc.

[0078] Au cours de la période temporelle T, afin d'alimenter ses équipements électriques 11, 12, 13, 14 à l'état actif A11, A12, A13, A14, reçoit une puissance d'alimentation PI en provenance d'au moins une source d'alimentation 2, l'au moins une source d'alimentation 2 pouvant non exhaustivement correspondre : au réseau électrique, à un groupe électrogène, à une source d'alimentation rechargeable comme une batterie.

[0079] La puissance d'alimentation PI est mesurée par un compteur électrique global 3 au moins en communication (par une liaison filaire ou non filaire) avec le système de contrôle-commande 15. Le compteur électrique global 3 peut être selon différents modes de réalisation de l'invention positionné en amont de l'au moins une source d'alimentation 2, ou bien en entrée de la grue 1. Ainsi, le système de contrôle-commande 15 récupère la mesure de la puissance d'alimentation PI en provenance du compteur électrique global 3.

[0080] En plus de la catégorisation des équipements électriques 11, 12, 13, 14, le procédé de surveillance 100 repose sur une segmentation de la période temporelle T selon la durée du temps de cycle tc du processeur 151. Dans un mode de réalisation de l'invention, la durée du temps de cycle tc est égale à 50 millisecondes, à plus ou moins 20% près. Ainsi, la durée de la période temporelle T est égale à une pluralité de temps de cycle tc1, tcn se produisant les uns à la suite des autres, la pluralité de temps de cycle comprenant au moins un premier temps de cycle tc1 et un dernier temps de cycle tcn.

[0081] Un diagramme de fonctionnement du procédé de surveillance 100 est présenté Figure 3, lequel commence à s'exécuter suite un lancement E0. La période temporelle T est considérée comme commençant temporellement suite à la mise en oeuvre du lancement E0

[0082] Pour chacun des temps de cycle tc1, tcn constituant la période temporelle T, le procédé de surveillance 100 va mettre en oeuvre, par exemple parallèlement comme illustré Figure 3 :

- une détermination E1 de l'état A13, NA13, A14, NA14 de chacun des équipements accessoires 13, 14. Dans le cas où l'équipement accessoire 13, 14 est dans l'état actif A13, A14, le procédé de surveillance 100 (plus précisément, le système de contrôle-commande 15) va calculer une puissance accessoire Pa13-1, Pa13-n, Pa14-1, Pa14-n consommée par l'équipement accessoire 13, 14 le temps de cycle tc1, tcn. Ce calcul est précisé plus bas dans le texte. Dans le cas où l'équipement accessoire 13, 14 est dans l'état actif NA13, NA14 durant le temps de cycle tc1, tcn, le procédé de surveillance 100 conclut que l'équipement accessoire 13, 14 ne consomme pas de puissance accessoire Pa13-1, Pa13-n, Pa14-1, Pa14-n (autrement dit, la consommation de puissance est nulle) ;
- une surveillance E2 de chaque d'actionnement 11, 12 pendant laquelle, lorsque l'équipement d'actionnement 11, 12 est dans l'état actif A11, A12 durant le temps de cycle tc1, tcn, le système de contrôle-commande 15 reçoit, en provenance du variateur de vitesse 111, 121 associé à l'équipement d'actionnement 11, 12, une mesure correspondant à la puissance d'actionnement Pm11-1, Pm11-n, Pm12-1, Pm12-n consommée par l'équipement d'actionnement 11, 12 durant le temps de cycle tc1, tcn. Les variateurs de vitesse 111, 121 sont en capacité de transmettre la puissance d'actionnement Pm11-1, Pm11-n, Pm12-1, Pm12-n au système de contrôle-commande 15 de par le fait qu'ils comprennent des compteurs de consommation d'énergie. Lorsque l'équipement d'actionnement 11, 12 est dans l'état inactif NA11, NA12 pendant le temps de cycle tc1, tcn, sa consommation de puissance est nulle.

[0083] Les puissances accessoires Pa13-1, Pa13-n, Pa14-1, Pa14-n consommées par les équipements accessoires 13, 14 sont calculées à partir de modèles mathématiques dits modèles de consommation électrique M13, M14 contenus dans le système de contrôle-commande 15, plus précisément dans le programme 153. Les modèles de consommation électrique M13, M14 contiennent au moins chacun :

- la valeur du temps de cycle tc (par exemple, comme indiqué plus haut, égale à 50 ms), qui correspond également aux valeurs de l'ensemble des temps de cycle tc1, tcn de la période temporelle) ;
- une tension d'alimentation U13, U14 nécessairement pour alimenter l'équipement accessoire 13, 14 lorsqu'il est dans l'état actif A13, A14 ;
- une intensité de consommation I13, I14 de l'équipement accessoire 13, 14.

[0084] Les puissances accessoires Pa13-1, Pa13-n, Pa14-1, Pa14-n des équipements accessoires 13, 14 au cours d'un temps de cycle tc1, tcn sont alors calculées selon les équations suivantes :

$$(Pa13 - 1, Pa13 - n) = tc * U13 * I13 \quad \text{Eq.1}$$

$$(Pa14 - 1, Pa14 - n) = tc * U14 * I14 \quad \text{Eq.2}$$

[0085] L'usage de modèles de consommation électrique M13, M14 pour la détermination des puissances accessoires Pa13-1, Pa13-n, Pa14-1, Pa14-n des équipements accessoires 13, 14 permet de ne pas installer sur la grue 1 des dispositifs de mesure devant mesurer ces dites puissances et qui nécessiteraient d'être eux-aussi alimentés en puissance pour procéder aux mesures. Par conséquent, l'emploi de modèles de consommation électrique M13, M14 permet de réduire la consommation d'énergie de la grue 1. Les modèles de consommation électriques permettent aussi de réduire les coûts en termes d'achat de dispositif de mesure.

[0086] En référence à la Figure 3, le procédé de surveillance 100 comprend au moins un ensemble d'étapes EC1, EC2, ED1, ED2, Ecomp se déroulant à posteriori de la période temporelle T (par exemple, immédiatement après qu'elle se soit achevée) et mises en oeuvre par le système de contrôle-commande 15. Cet ensemble d'étapes EC1, EC2, ED1, ED2, Ecomp comprend :

- un calcul EC1, pour chacun des équipements accessoires 13, 14 d'une puissance cumulée accessoire PaT13, PaT14 qu'il a consommé au cours de la période temporelle T, laquelle est égale à une somme des puissances accessoires Pa13-1, Pa14-1, Pa13-n, Pa14-n consommées dans les temps de cycle tc1, tcn où il a été dans l'état actif A13, A14. Eventuellement, cette puissance cumulée accessoire PaT13, PaT14 peut être égale à zéro si tout du long de la période temporelle T, l'équipement accessoire 13, 14 a été dans l'état inactif NA13, NA14 ;
- un calcul EC2, pour chacun des équipements d'actionnement 11, 12 d'une puissance cumulée d'actionnement PmT11, PmT12 qu'il a consommé au cours de la période temporelle T, laquelle est égale à une somme des puissances d'actionnement Pm11-1, Pm11-n, Pm12-1, Pm12-n consommées dans les temps de cycle tc1, tcn où il a été dans l'état actif A11, A12. Eventuellement, cette puissance cumulée d'actionnement PmT11, PmT12 peut être égale à zéro si tout du long de la période temporelle T, l'équipement d'actionnement 11, 12 a été dans l'état inactif NA11, NA12 ;
- une déduction ED1 d'une puissance totale accessoire TPA correspondant à la somme des puissances cumulées accessoires PaT13, PaT14 consommées sur la période temporelle T par tous les équipements accessoires 13, 14 ;
- une déduction ED2 d'une puissance totale d'actionnement TPM correspondant à la somme des puissances cumulées d'actionnement PmT11, PmT12 consommées sur la période temporelle T par tous les équipements d'actionnement 11, 12 ;
- une comparaison Ecomp entre la puissance d'alimentation PI mesurée par le compteur électrique global 3, la puissance totale accessoire TPA et la puissance totale d'actionnement TPM.

[0087] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, il est envisageable que les calculs EC1, EC2 soient réalisés parallèlement et non successivement, pareillement pour les déductions ED1, ED2.

[0088] Dans un mode de réalisation de l'invention, il est envisageable qu'avant le lancement E0 servant à démarrer le procédé de surveillance 100 à partir du programme 153 dédié contenu dans le système de contrôle-commande 15, un opérateur (par exemple le grutier) renseigne dans ledit programme 153 la durée de la période temporelle T. Ainsi, les étapes EC1, EC2, ED1, ED2, Ecomp du procédé de surveillance 100 réalisées à posteriori de la période temporelle T sont mises en oeuvre automatiquement par le système de contrôle-commande 15 une fois cette dernière terminée.

[0089] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, il est envisageable que la période temporelle s'achève suite à

une interaction manuelle de l'opérateur avec un menu/une option proposé(e) par le programme 153, cette interaction marquant l'arrêt par le programme 153 de surveillance 100 de la mise en oeuvre de la détermination E1 des puissances accessoires Pa13-1, Pa13-n, Pa14-1, Pa14-n et des puissances d'actionnement Pm11-1, Pm11-n, Pm12-1, Pm12-n au cours de plusieurs temps de cycle tc1, tcn successifs. Suite à cet arrêt manuel, les étapes EC1, EC2, ED1, ED2, Ecomp du procédé de surveillance sont mises en oeuvre par le système de contrôle-commande 15.

[0090] Par définition, la puissance d'alimentation PI est égale à la somme de la puissance totale accessoire TPA avec la puissance totale d'actionnement TPM.

[0091] Grâce à la comparaison Ecomp, un opérateur est en mesure de conclure si, au cours de la période temporelle T, la grue 1 a consommé de la puissance en excès, cela pouvant se traduire dans un contexte donné par une puissance totale accessoire TPA supérieure à la puissance totale d'actionnement TPM. Egalement, la connaissance des puissances cumulées accessoire PaT13, PaT14 et de puissances cumulées d'actionnement PmT11, PmT12 permet à l'opérateur d'identifier le ou les équipement(s) électrique(s) 11, 12, 13, 14 à l'origine de cette consommation excessive de puissance.

[0092] Les connaissances des puissances cumulées accessoire PaT13, PaT14 et de puissances cumulées d'actionnement PmT11, PmT12 permet également à l'opérateur de déterminer si dans un contexte applicatif donné, un équipement électrique 11, 12, 13, 14 n'a pas consommé de la puissance inutilement même si la puissance totale d'actionnement accessoire TPA est inférieure à la puissance totale d'actionnement TPM. Par exemple : le fonctionnement de l'équipement de chauffage 13 alors que sans chauffage, la température à l'intérieur de la cabine 101 de pilotage est telle qu'elle assure déjà le confort du grutier.

[0093] Afin que l'opérateur puisse tirer des conclusions sur le fonctionnement des équipements électriques 11, 12, 13, 14 durant la période temporelle T, le procédé de surveillance 100 comprend la constitution EB1 d'un ensemble de données de puissance pdata comprenant au moins :

- les puissances cumulées accessoires PaT13, PaT14 de tous les équipements accessoires 13, 14 au cours de la période temporelle T,
- les puissances cumulées d'actionnement PmT11, PmT12 de tous les équipements d'actionnement 11, 12 au cours de la période temporelle T,
- la puissance totale accessoire TPA,
- la puissance totale d'actionnement TPM, et
- la puissance d'alimentation PI.

[0094] L'ensemble de données de puissance pdata est horodaté sur la période temporelle T (laquelle peut correspondre à une journée, une semaine, un mois, une année, etc.) puis enregistré dans la mémoire 152 du système de contrôle-commande 15. Ainsi, un opérateur peut se servir du système de contrôle-commande pour consulter ultérieurement l'ensemble de données de puissance pdata et ainsi analyser le comportement énergétique de la grue 1 au cours de la période temporelle T.

[0095] Il est envisageable que la mémoire 152 du système de contrôle-commande 15 soit conformée pour stocker plusieurs ensembles de données de puissance pdata correspondant chacun à une période temporelle T distincte. Ainsi, l'opérateur peut observer/analyser une évolution du comportement énergétique de la grue 1 sur une longue période temporelle, pouvant par exemple correspondre à plusieurs périodes temporelles T successives, et potentiellement identifier des anomalies de consommation d'énergie au cours de cette longue période temporelle ; la grue ayant pu consommer plus de puissance sur une période temporelle T donnée comparativement aux autres.

[0096] Dans un mode de réalisation, l'analyse de l'ensemble de données de puissance pdata est également possible depuis une infrastructure informatique distante 4 pouvant se trouver sur le chantier de construction ou, comme illustré Figure 1, être localisée sur un autre site géographique. Il est envisageable, dans un mode de réalisation de l'invention, que le système de contrôle-commande 15 puisse communiquer avec les infrastructures informatiques distantes 4 pour leur envoyer l'ensemble de données de puissance pdata. Dans un autre mode de réalisation, il est possible qu'un opérateur se serve d'un moyen de stockage, par exemple une clef USB (USB pour Universal Serial Bus), pour récupérer depuis le système de contrôle-commande 15 l'ensemble de données de puissance pdata et, ultérieurement, le transférer dans l'infrastructure informatique distante 4.

[0097] Dans un mode de réalisation de l'invention, il est également prévu que l'infrastructure informatique distante 4 contienne un jumeau numérique M1 de la grue 1 permettant de simuler et reproduire des contextes applicatifs de grues manoeuvrant dans des chantiers de construction. L'intérêt d'un tel jumeau numérique M1 est de pouvoir reproduire le comportement énergétique de la grue 1 au cours d'une période temporelle T pour laquelle aurait été observée une consommation excessive de puissance. A cette fin, dans ce mode de réalisation, l'ensemble de données de puissance pdata est prévu pour être dans un format compatible avec le jumeau numérique M1. En se servant du jumeau numérique M1 et de l'ensemble de données de puissance pdata, un opérateur peut simuler, pour le contexte applicatif du chantier particulier associé à cette période temporelle T, plusieurs scenarii de consommation de puissance jusqu'à parvenir à des scenarii optimaux pour lesquels les consommations électriques des équipements électriques 11, 12, 13, 14 de la grue 1

sont optimisées. Par conséquent, si ce contexte applicatif particulier devait à nouveau se produire sur le chantier de construction, les scénarii optimaux permettraient alors de mieux gérer énergétiquement la consommation de puissance électrique de la grue 1. L'optimisation de la consommation de puissance de la grue 1 peut résulter par exemple d'une activité plus réduite des équipements accessoires 13, 14, d'une meilleure utilisation de la grue 1 lorsqu'elle est en service ou en travail (optimisation des mouvements Mvt11, Mvt12), etc.

[0098] Dans un mode de réalisation de l'invention, comme illustré Figure 3, il est envisageable que le procédé de surveillance 100 comprenne, parallèlement à la comparaison Ecomp, un calcul EC3 optionnel d'un rendement énergétique η de la grue 1, ce rendement énergétique η étant égal à la puissance totale d'actionnement TPM divisée par la puissance d'alimentation PI. Ce rendement énergétique η peut éventuellement faire partie des données de puissance contenues dans l'ensemble de données de puissance pdata.

[0099] Dans un mode de réalisation de l'invention, le procédé de surveillance 100, au cours de chacun des temps de cycles tc1, tcn de la période temporelle T, est capable de déterminer un état S1-1, S1-n de la grue parmi l'état en service OP1 et l'état hors service NOP1 ; cela en fonction que les équipements d'actionnement 11, 12 et les équipements accessoires 13, 14 sont dans l'état actif A11, A12, A13, A14 ou dans l'état inactif NA11, NA12, NA13, NA14. Les états A11, A12, A13, A14, NA11, NA12, NA13, NA14 des équipements électriques 11, 12, 13, 14 permettent également au procédé de surveillance 100 de déterminer quels sont les mouvements Mvt11, Mvt12 et/ou les fonctions consommatrices F13, F14 mises en oeuvre au cours des temps de cycle tc1, tcn.

[0100] Ainsi, à posteriori, lors de l'analyse de l'ensemble de données de puissance pdata, l'opérateur est en capacité de déduire, pour la période temporelle T la puissance consommée pour mettre en oeuvre un mouvement Mvt11, Mvt12 ou une fonction consommatrice F13, F14 donné(e).

[0101] Egalement, si plusieurs équipements d'actionnement 11, 12 (respectivement plusieurs équipements accessoires 13, 14) contribuent au cours d'une période temporelle T à un mouvement Mvt11, Mvt12 d'un élément mobile 18, 19 (respectivement à une fonction consommatrice F13, F14), l'opérateur peut connaître, à l'issue de la période temporelle T, la puissance consommée par chacun d'eux pour mettre en oeuvre ledit mouvement Mvt11, Mvt12 (respectivement ladite fonction consommatrice F13, F14 de puissance).

[0102] Avantagusement, le procédé de surveillance 100 permet de traiter et classer les puissances cumulées PmT11, PmT12, PaT13, PaT14 consommées par les équipements électriques 11, 12, 13, 14 de la grue 1 au cours de la période temporelle T en fonction : de l'état OP1, NOP1 de la grue 1, et du mouvement Mvt11, Mvt12 ou de la fonction consommatrice F13, F14 de puissance mis(e) en oeuvre ; ce qu'un système de mesure externe à la grue 1 serait incapable de faire sans y intégrer une intelligence.

[0103] Dans un mode de réalisation de l'invention, afin de faciliter l'analyse pour l'opérateur des consommations de puissance des équipements électriques 11, 12, 13, 14 au cours la période temporelle T écoulée, le procédé de surveillance 100 peut comprendre, à posteriori de la période temporelle T, parallèlement à la constitution EB1 de l'ensemble de données de puissance pdata ou suite à cette dernière, une génération EB2 d'un rapport d'analyse rfile contenant au moins l'ensemble de données de puissance pdata de la période temporelle T, lequel est contenu dans et consultable à partir du système de contrôle-commande 15.

[0104] Dans une variante de réalisation de l'invention, le rapport d'analyse est transférable vers une ou plusieurs infrastructures informatiques distantes 4.

[0105] La génération EB2 du rapport d'analyse rfile étant optionnelle, il est envisageable que celle-ci soit par exemple associée à une option proposée par le programme 153 à l'opérateur. Il est également envisageable que le programme 153 propose également de générer un rapport analyse rfile contenant l'ensemble de données de puissance pdata de la dernière période temporelle T s'étant achevée, mais aussi les ensembles de données de puissance pdata relatifs à des périodes temporelles T antérieures.

[0106] Dans un mode de réalisation de l'invention, le rapport d'analyse rfile peut contenir une classification des puissances cumulées PmT11, PmT12, PaT13, PaT14 des équipements électriques 11, 12, 13, 14 en fonction : des périodes temporelles T ; de l'état OP1, NOP1 de la grue 1 ; et des mouvements Mvt11, Mvt12 ou des fonctions consommatrices F13, F14 de puissance mis(e) en oeuvre. Il est également envisageable, en référence à la Figure 4, que le rapport d'analyse rfile contienne pour la période temporelle T une à plusieurs représentations graphiques montrant une répartition de la puissance d'alimentation PI, par exemple et non exhaustivement en fonction :

- de l'état OP1, NOP1 de la grue 1 ;
- de la puissance totale d'actionnement TPM et de la puissance totale accessoire TPA (Figure 4-a) ;
- des équipements d'actionnement 11, 12 et des équipements accessoires 13, 14, c'est-à-dire en fonction des puissances cumulées PmT11, PmT12 d'actionnement et des puissances cumulées accessoires PaT13, PaT14 (Figure 4-b) ;
- des mouvements Mvt11, Mvt12 et/ou des fonctions consommatrices F13, F14 de puissance mis(es) en oeuvre (Figure 4-c).

Revendications

1. Procédé de surveillance (100) pour une surveillance sur une période temporelle (T) d'une consommation de puissance électrique par des équipements électriques (11, 12, 13, 14) d'une grue (1), laquelle grue étant alimentée par une puissance d'alimentation (PI) fournie par au moins une source d'alimentation (2), lesquels équipements électriques (11, 12, 13, 14) comprenant :

- des équipements d'actionnement (11, 12), dans lequel chacun des équipements d'actionnement (11, 12) comprend au moins un moteur commandé par un variateur de vitesse (111, 121) et accouplé à au moins un élément mobile (18, 19) de la grue (1) pour actionner, dans un état actif (A11, A12), un déplacement dudit au moins un élément mobile (18, 19), sinon il est dans un état inactif (NA11, NA12) ; et
- des équipements accessoires (13, 14) qui ne sont pas des équipements d'actionnement (11, 12), autrement dit des équipements qui ne participent pas au déplacement d'un élément mobile de la grue (1), et dans lequel chacun des équipements accessoires (13, 14) assure une fonction consommatrice (F13, F14) de puissance qui lui est propre lorsqu'il est dans un état actif (A13, A14), sinon il est dans un état inactif (NA13, NA14) ;

ledit procédé de surveillance (100) étant mis en oeuvre par un système de contrôle-commande (15) raccordé aux variateurs de vitesse (111, 121) des équipements d'actionnement (11, 12) et raccordé aux équipements accessoires (13, 14) pour les faire passer de l'état inactif (NA11, NA12, NA13, NA14) à l'état actif (A11, A12, A13, A14) et réciproquement ;

ledit système de contrôle-commande (15) contenant au moins une mémoire (152) et un processeur (151) défini par un temps de cycle (tc, tc1, tcn), et mettant au moins en oeuvre, pour chaque temps de cycle (tc, tc1, tcn) compris dans la période temporelle (T) :

- une détermination (E1) d'un état (A13, A14, NA13, NA14) de chaque équipement accessoire (13, 14) pour déterminer s'il est en dans l'état actif (A13, A14) ou dans l'état inactif (NA13, NA14), et en déduire une puissance accessoire (Pa13-1, Pa14-1, Pa13-n, Pa14-n) consommée dans le temps de cycle (tc, tc1, tcn) par ledit équipement accessoire (13, 14) lorsqu'il est dans l'état actif (A13, A14), sur la base d'un modèle de consommation électrique (M13, M14) associé audit équipement accessoire (13, 14) qui est contenu dans le système de contrôle-commande (15) ;
- une surveillance (E2) de chaque équipement d'actionnement (11, 12) comprenant une réception, en provenance du variateur de vitesse (111, 121) correspondant, d'une puissance d'actionnement (Pm11-1, Pm12-1, Pm11-n, Pm12-n) consommée dans le temps de cycle (tc, tc1, tcn) par ledit équipement d'actionnement (11, 12) lorsqu'il est dans l'état actif (A11, A12).

2. Procédé de surveillance (100) selon la revendication 1, dans lequel le système de contrôle-commande (15) met au moins en oeuvre à postériori de la période temporelle (T) :

- un calcul (EC1), pour chacun des équipements accessoires (13, 14), d'une puissance cumulée accessoire (PaT13, PaT14) consommée sur la période temporelle (T) par ledit équipement accessoire (13, 14), en sommant les puissances accessoires (Pa13-1, Pa14-1, Pa13-n, Pa14-n) consommées dans les temps de cycle (tc, tc1, tcn) où il a été dans l'état actif (A13, A14) ;
- un calcul (EC2), pour chacun des équipements d'actionnement (11, 12), d'une puissance cumulée d'actionnement (PmT11, PmT12) consommée sur la période temporelle (T) par ledit équipement d'actionnement (11, 12), en sommant les puissances d'actionnement (Pm11-1, Pm12-1, Pm11-n, Pm12-n) consommées dans les temps de cycle (tc, tc1, tcn) où il a été dans l'état actif (A11, A12) ;
- une déduction (ED1) d'une puissance totale accessoire (TPA) correspondant à la somme des puissances cumulées accessoires (PaT13, PaT14) consommées sur la période temporelle (T) par tous les équipements accessoires (13, 14) ;
- une déduction (ED2) d'une puissance totale d'actionnement (TPM) correspondant à la somme des puissances cumulées d'actionnement (PmT11, PmT12) consommées sur la période temporelle (T) par tous les équipements d'actionnement (11, 12) ;
- une comparaison (Ecomp) entre la puissance d'alimentation (PI), la puissance totale accessoire (TPA) et la puissance totale d'actionnement (TPM).

3. Procédé de surveillance (100) selon la revendication 2, dans lequel, à postériori de la période temporelle (T), le système de contrôle-commande (15) constitue un ensemble de données de puissance (pdata) comprenant au moins :

- les puissances cumulées accessoires (PaT13, PaT14) de tous les équipements accessoires (13, 14) au cours de la période temporelle (T),
- les puissances cumulées d'actionnement (PmT11, PmT12) de tous les équipements d'actionnement (11, 12) au cours de la période temporelle (T),
- la puissance totale accessoire (TPA),
- la puissance totale d'actionnement (TPM), et
- la puissance d'alimentation (PI) ;

lequel ensemble de données de puissance (pdata) est horodaté sur la période temporelle (T) puis enregistré dans la mémoire (152) du système de contrôle-commande (15).

4. Procédé de surveillance (100) selon la revendication 3, dans lequel l'ensemble de données de puissance (pdata) est exportable depuis le système de contrôle-commande (15) vers un jumeau numérique (M1) de la grue (1) modélisé dans une infrastructure informatique distante (4), l'ensemble de données de puissance (pdata) étant mis dans un format de données compatible avec le jumeau numérique (M1) afin d'être exploité par celui-ci.

5. Procédé de surveillance (100) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel le système de contrôle-commande (15) calcule, à posteriori de la période temporelle (T), un rendement énergétique (eta) qui est égal à la puissance totale d'actionnement (TPM) divisée par la puissance d'alimentation (PI).

6. Procédé de surveillance (100) selon les revendications 3 et 5, dans lequel l'ensemble de données de puissance (pdata) comprend également le rendement énergétique (eta).

7. Procédé de surveillance (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le système de contrôle-commande (15) détermine, à chaque temps de cycle (tc, tc1, tcn) compris dans la période temporelle (T), et en fonction d'au moins un équipement électrique (11, 12, 13, 14) parmi les équipements d'actionnement (11, 12) et les équipements accessoires (13, 14) se trouvant dans l'état actif (A11, A12, A13, A14), au moins un état (S1-1, S1-n) de la grue (1) parmi au moins un état hors service (NOP1) dans lequel tous les éléments d'actionnement (11, 12) sont dans l'état inactif (NA11, NA12), et au moins un état en service (OP1) dans lequel au moins un des éléments d'actionnement (11, 12) est dans l'état actif (A11, A12).

8. Procédé de surveillance (100) selon la revendication 7, dans lequel lorsque l'au moins un état (S1) de la grue (1) correspond à l'état en service (OP1) pour un temps de cycle (tc, tc1, tcn) donné, le système de contrôle-commande (15) associe pour chacun des équipements d'actionnement (11, 12) un mouvement (Mvt11, Mvt12) choisi au moins parmi :

- un mouvement de distribution (Mvt11) associé à un équipement de distribution (11) parmi les équipements d'actionnement (11, 12) durant lequel est effectuée une manoeuvre de distribution d'une charge le long d'une flèche (16) de la grue (1),
- un mouvement de levage (Mvt12) associé à un équipement de levage (12) parmi les équipements d'actionnement (11, 12) durant lequel est effectuée une manoeuvre de levage d'une charge,
- un mouvement d'orientation associé à un équipement d'orientation parmi les équipements d'actionnement (11, 12) durant lequel est effectué une manoeuvre d'orientation d'une flèche (16),
- un mouvement de translation associé à un équipement de translation parmi les équipements d'actionnement (11, 12) durant lequel est effectuée une manoeuvre de translation de la grue (1),
- un mouvement de relevage associé à un équipement de relevage parmi les équipements d'actionnement (11, 12) durant lequel est effectuée une manoeuvre de relevage d'une flèche relevable, ou
- un mouvement de montage durant lequel est effectué un montage de la grue (1), lequel mouvement de montage est associé à un équipement de montage parmi les équipements d'actionnement (11, 12) et choisi au moins parmi : un équipement de pliage/dépliage pour un pliage/dépliage d'un mât (102) et d'une flèche (16), un équipement de calage pour un calage de la grue (1) au sol, un équipement d'orientation pour une orientation d'une base de la grue (1), un équipement de potence pour un actionnement d'un potence de montage.

9. Procédé de surveillance (100) selon la revendication 7 ou 8, dans lequel lorsque l'au moins un état (S1) de la grue (1) correspond à l'état hors service (NOP1) pour un temps de cycle (tc, tc1, tcn) donné, le système de contrôle-commande (15) associe pour chacun des équipements accessoires (13, 14) la fonction consommatrice (F13, F14) choisie au moins parmi :

- une fonction de chauffage (F13) associée à un équipement de chauffage (13) parmi les équipements accessoires (13, 14) pour chauffer une cabine de pilotage (101) de la grue (1), et
- une fonction de climatisation (F14) associée à un équipement de climatisation (14) parmi les équipements accessoires (13, 14) pour climatiser une cabine de pilotage (101) de la grue (1).

5

- 10.** Procédé de surveillance (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le modèle de consommation électrique (M13, M14) de chacun des équipements accessoires (13, 14) contient au moins, afin de calculer la puissance accessoire (Pa13-1, Pa14-1, Pa13-n, Pa14-n) :

10

- le temps de cycle (tc, tc1, tcn),
- une tension d'alimentation (U13, U14) pour alimenter ledit équipement accessoire (13, 14) lorsque dans l'état actif (A13, A14),
- une intensité de consommation (I13, I14) de l'équipement accessoire (13, 14).

15

- 11.** Procédé de surveillance (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le temps de cycle (tc, tc1, tcn) est égal à 50 millisecondes, à plus ou moins 20% près.

20

- 12.** Procédé de surveillance (100) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la puissance d'alimentation (PI) est mesurée par un compteur électrique global (3) en liaison avec le système de contrôle-commande (15).

25

30

35

40

45

50

55

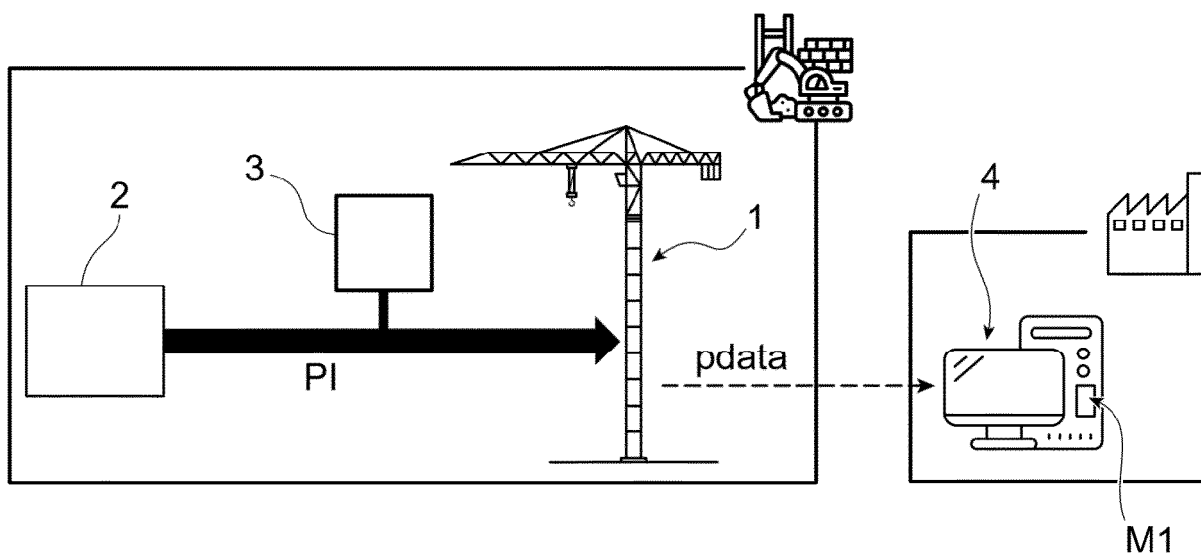


FIG. 1

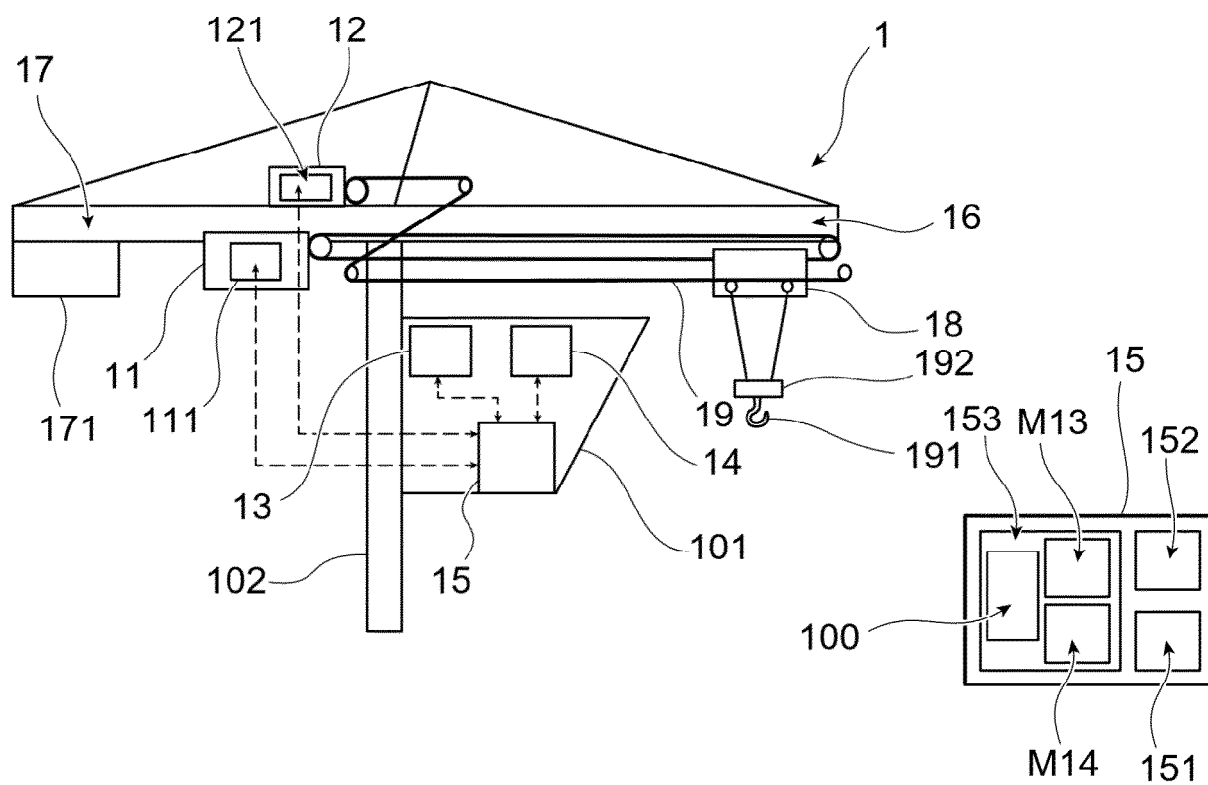


FIG. 2

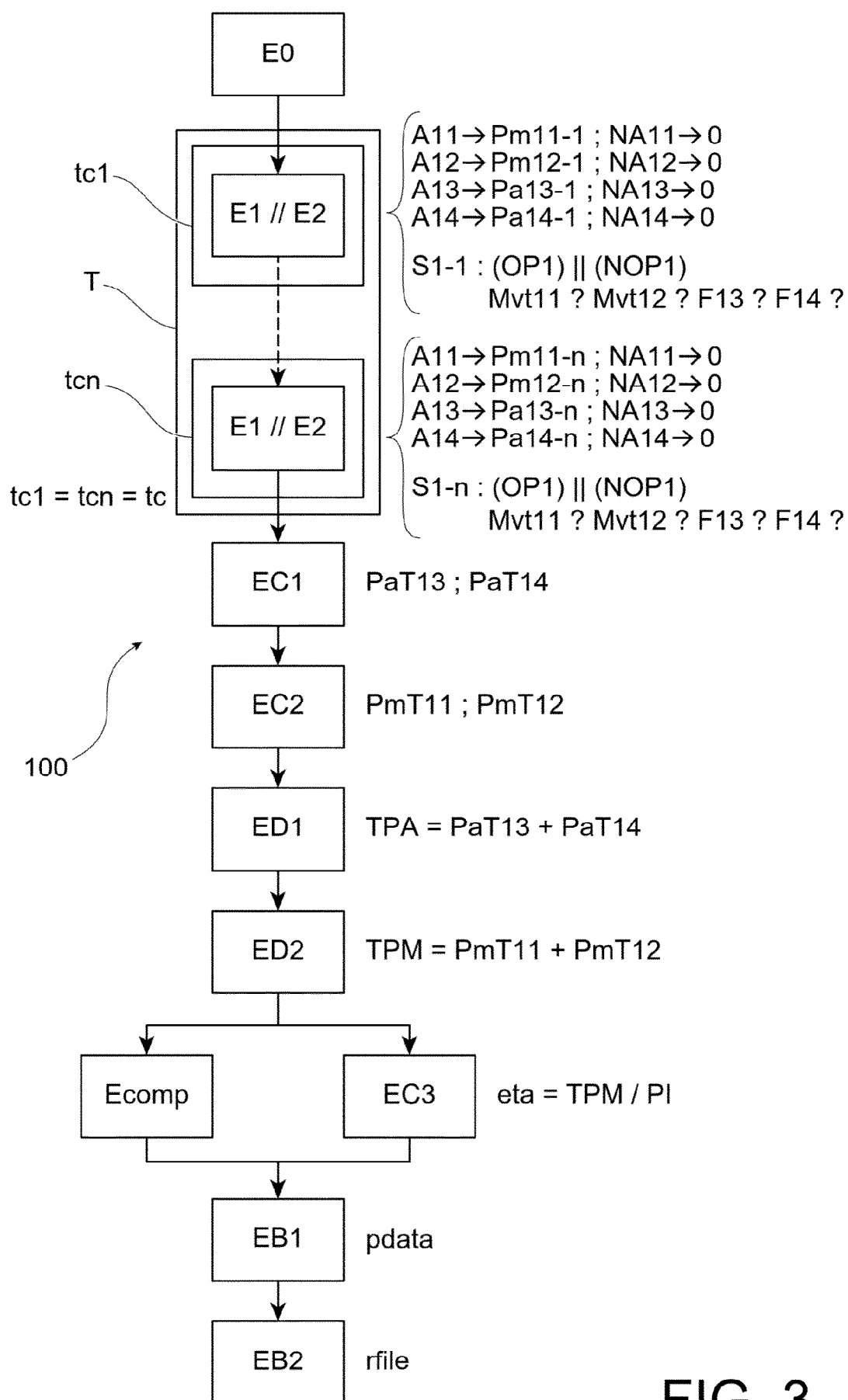


FIG. 3

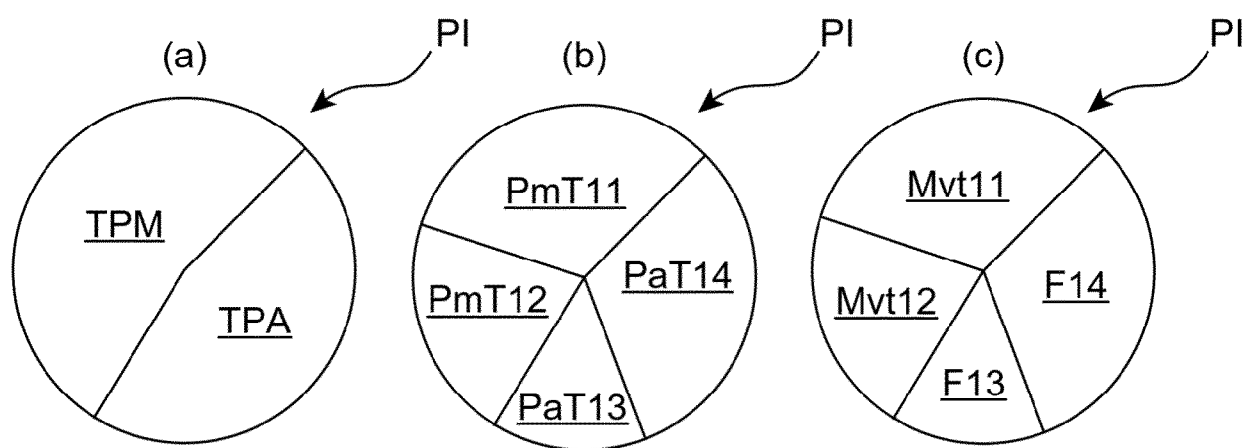


FIG. 4



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 20 0076

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	FR 3 120 618 A1 (MANITOWOC CRANE GROUP FRANCE [FR]) 16 septembre 2022 (2022-09-16) * alinéa [0062]; figures 1-8 * * alinéa [0131] - alinéa [0143] * -----	1-12	INV. B66C13/16 B66C13/18
A	CN 217 264 364 U (XIAMEN OCEAN SHIPPING TALLY CO LTD) 23 août 2022 (2022-08-23) * figure 4 * -----	1-12	
A	AU 2020 102 123 A4 (TIANJIN RESEARCH INSTITUTE FOR WATER TRANSPORT ENGINEERING M O T [CN]) 15 octobre 2020 (2020-10-15) * alinéas [0004], [0030], [0031], [0071]; figures 1,2 * -----	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			B66C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		22 octobre 2024	Delval, Stéphane
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 24 20 0076

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.

22 - 10 - 2024

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	FR 3120618 A1	16 - 09 - 2022	CN 115128946 A	30 - 09 - 2022
			EP 4056516 A1	14 - 09 - 2022
			FR 3120618 A1	16 - 09 - 2022
			US 2022294260 A1	15 - 09 - 2022
			US 2024113554 A1	04 - 04 - 2024
20	CN 217264364 U	23 - 08 - 2022	AUCUN	
	AU 2020102123 A4	15 - 10 - 2020	AUCUN	
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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

- CN 216997307 U [0010]
- CN 215208123 U [0010]