



Office de la Propriété

Intellectuelle
du Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

Canadian
Intellectual Property
Office

An agency of
Industry Canada

CA 2767117 A1 2011/01/20

(21) **2 767 117**

(12) **DEMANDE DE BREVET CANADIEN**
CANADIAN PATENT APPLICATION

(13) **A1**

(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2010/07/16
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2011/01/20
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2012/01/03
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2010/051496
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2011/007106
(30) Priorité/Priority: 2009/07/16 (FR0954933)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *H04L 12/24* (2006.01)

(71) **Demandeurs/Applicants:**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE (PARIS 6), FR;
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE, FR

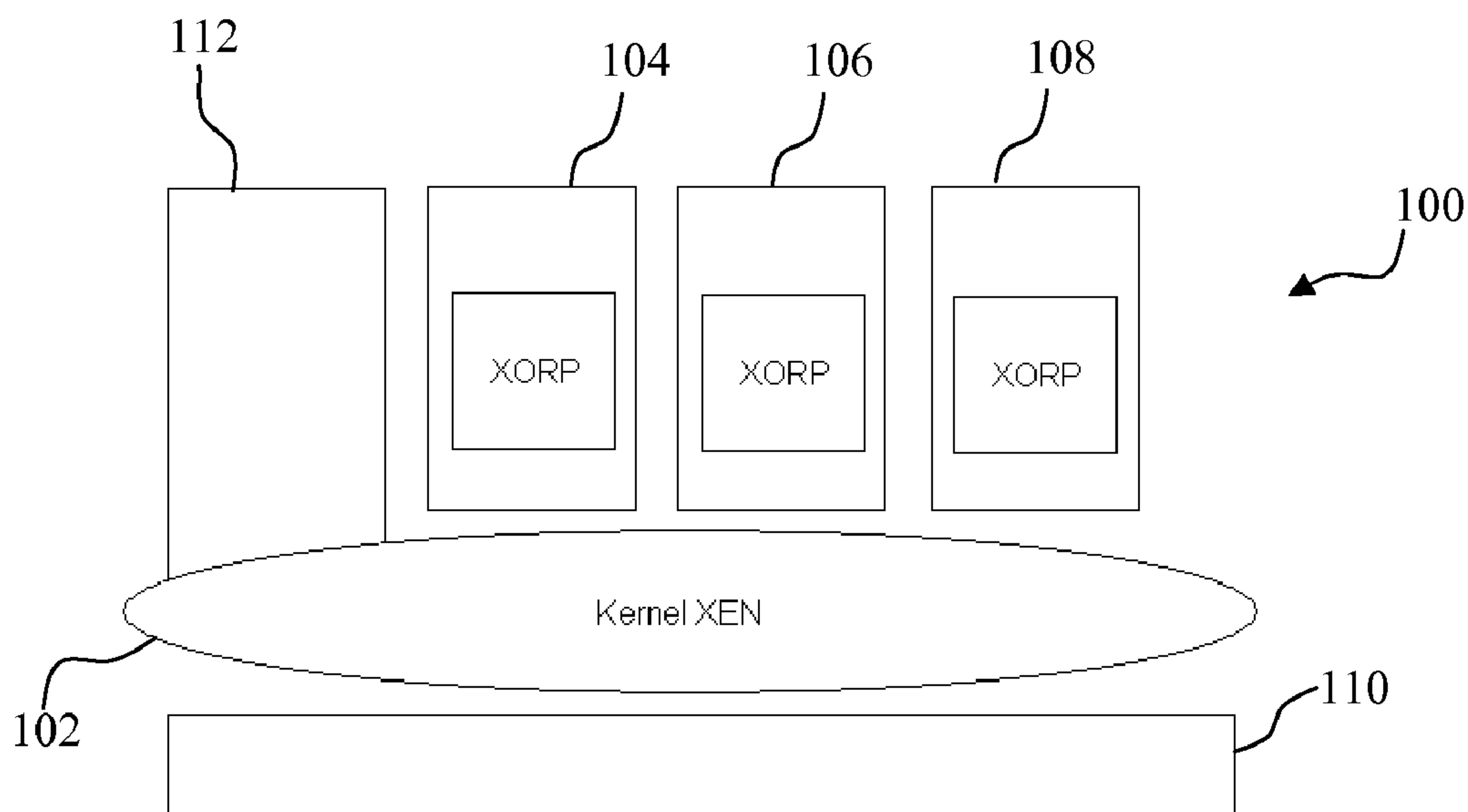
(72) **Inventeurs/Inventors:**

PUJOLLE, GUY, FR;
CHERKAOUI, OMAR, CA

(74) **Agent:** ROBIC

(54) Titre : PROCEDE ET SYSTEME POUR LA GESTION PERFORMANTE ET AUTOMATISEE DE RESEAUX
VIRTUELS
(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR THE EFFICIENT AND AUTOMATED MANAGEMENT OF VIRTUAL
NETWORKS

FIG. 1



(57) **Abrégé/Abstract:**

Procédé pour la gestion automatisée des performances d'au moins un réseau virtuel (214, 216, 218) composé de plusieurs noeuds virtuels implantés sur des noeuds physiques (202, 204, 206, 208) choisis parmi un ensemble de noeuds physiques composant un réseau d'infrastructure (200). Ce procédé comprend les étapes suivantes pour chaque réseau virtuel (214) : détermination de données, dites de charge, relatives à un état de charge d'au moins un noeud virtuel (2022, 2044, 2062, 2086) dudit réseau virtuel (214), détermination d'au moins un noeud virtuel surchargé (2086) dudit réseau virtuel (214) en fonction desdites données, et d'au moins un critère prédefini, et redéfinition dudit noeud virtuel surchargé (214), ledit noeud surchargé bénéficiant de ressources supplémentaires après ladite redéfinition

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2011/007106 A1

PCT

(43) Date de la publication internationale
20 janvier 2011 (20.01.2011)

(51) Classification internationale des brevets :
H04L 12/24 (2006.01)

(74) Mandataire : PONTET ALLANO & ASSOCIES SELARL; 6 avenue du Général de Gaulle, F-78000 Versailles (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/051496

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international :
16 juillet 2010 (16.07.2010)

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0954933 16 juillet 2009 (16.07.2009) FR

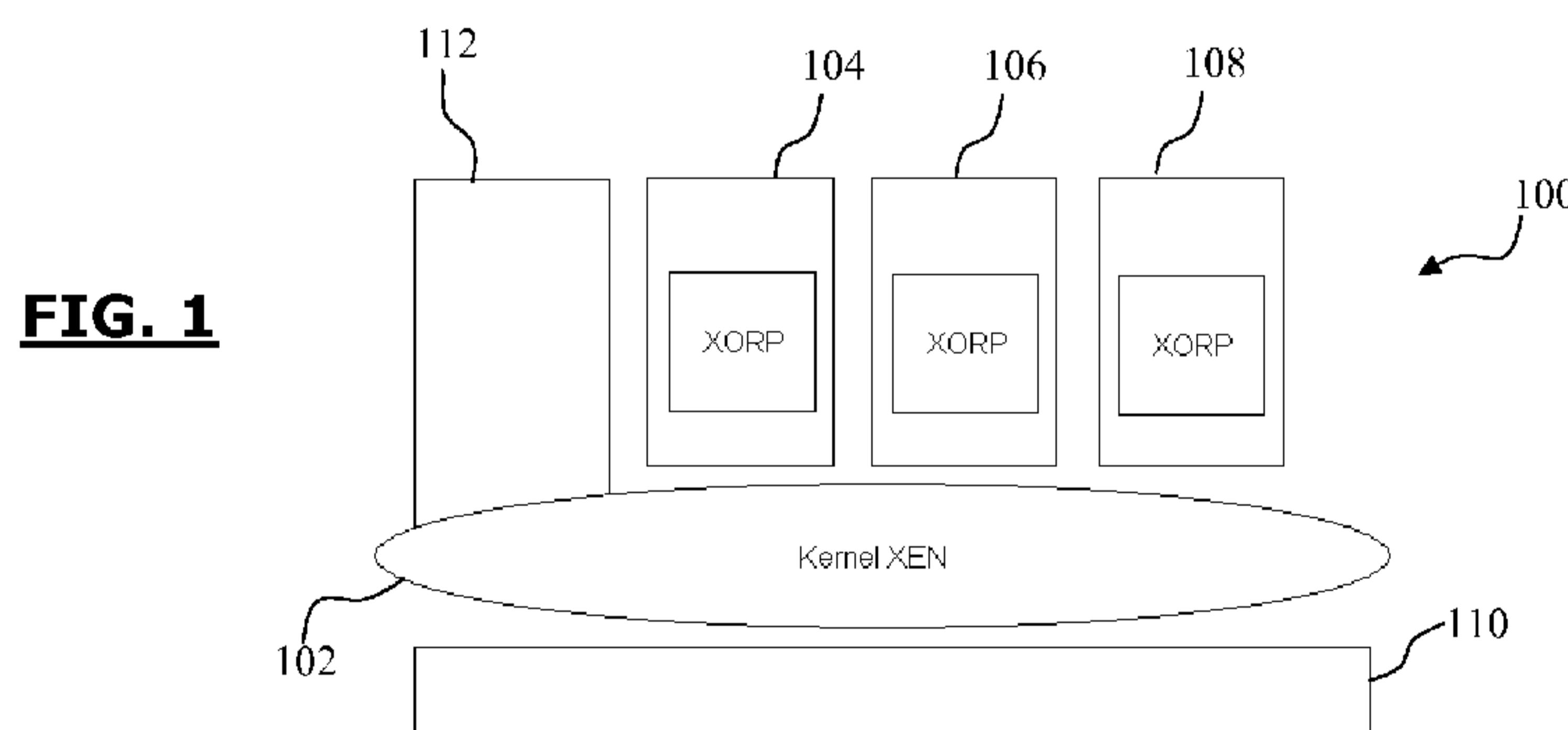
Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND SYSTEM FOR THE EFFICIENT AND AUTOMATED MANAGEMENT OF VIRTUAL NETWORKS

(54) Titre : PROCEDE ET SYSTEME POUR LA GESTION PERFORMANTE ET AUTOMATISEE DE RESEAUX VIRTUELS.



(57) Abstract : The invention relates to a method for the automated management of the performance of at least one virtual network (214, 216, 218) consisting of a plurality of virtual nodes installed on physical nodes (202, 204, 206, 208) selected from among a set of physical nodes forming an infrastructure network (200). Said method includes the following steps for each virtual network (214): determining so-called load data related to a load state of at least one virtual node (2022, 2044, 2062, 2086) of said virtual network (214); determining at least one overloaded virtual node (2086) of said virtual network (214) on the basis of said data and of at least one predefined criterion; and redefining said overloaded virtual node (214), said overloaded node benefiting from additional resources after said redefinition.

(57) Abrégé : Procédé pour la gestion automatisée des performances d'au moins un réseau virtuel (214, 216, 218) composé de plusieurs nœuds virtuels implantés

[Suite sur la page suivante]

WO 2011/007106 A1

WO 2011/007106 A1**Publiée :**

- *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

sur des nœuds physiques (202, 204, 206, 208) choisis parmi un ensemble de nœuds physiques composant un réseau d'infrastructure (200). Ce procédé comprend les étapes suivantes pour chaque réseau virtuel (214) : détermination de données, dites de charge, relatives à un état de charge d'au moins un nœud virtuel (2022, 2044, 2062, 2086) dudit réseau virtuel (214), détermination d'au moins un nœud virtuel surchargé (2086) dudit réseau virtuel (214) en fonction desdites données, et d'au moins un critère prédéfini, et redéfinition dudit nœud virtuel surchargé (214), ledit nœud surchargé bénéficiant de ressources supplémentaires après ladite redéfinition

« Procédé et système pour la gestion performante et automatisée de réseaux virtuels »

La présente invention concerne un procédé de gestion performante et 5 automatisée d'au moins un réseau virtuel. Elle concerne également un système mettant en œuvre un tel procédé.

Un réseau physique est un réseau composé de plusieurs équipements de réseau physiques appelés aussi nœuds physiques du réseau. Un 10 équipement de réseau physique peut être un routeur, un commutateur, un point d'accès, une « middlebox », un « home gateway », un terminal IP, etc.

De plus en plus, chacun des nœuds physiques d'un réseau physique comprend l'équivalent d'un ordinateur embarqué plus ou moins spécialisé et possédant un système d'exploitation réseau (NOS pour Network Operating 15 System). Par ailleurs, les équipements de réseau physique peuvent, de plus en plus, recevoir plusieurs systèmes d'exploitation réseau par le biais de la virtualisation. La virtualisation permet à chaque système d'exploitation réseau exécuté sur un équipement réseau physique de représenter une instance d'un équipement de réseau virtuel.

20 On assiste donc à l'apparition de réseaux virtuels par mise en réseau de plusieurs instances d'équipements virtuels de réseau, chacune étant implantée sur un équipement d'un réseau d'équipements physiques parmi une pluralité d'équipements physiques de réseau constituant un domaine.

Ainsi, il est possible de nos jours d'implanter plusieurs équipements 25 virtuels sur un unique équipement physique de réseau, chacun de ces équipements virtuels constituant un nœud virtuel d'un ou plusieurs réseaux virtuels.

Les inventeurs de la présente invention ont découvert qu'une telle possibilité d'implantation de plusieurs équipements virtuels sur un unique 30 équipement de réseau physique s'accompagne d'un besoin d'une gestion performante et automatisée de chacun des réseaux virtuels.

Or actuellement, il n'existe aucun procédé ou système de gestion performante et automatisé d'un ou plusieurs réseaux virtuels.

Un but de la présente invention est de remédier aux inconvénients précités.

Un autre but de la présente invention est de proposer un procédé et un système pour la gestion performante et automatisée d'un ou plusieurs 5 réseaux virtuels permettant de surveiller et d'améliorer le fonctionnement des réseaux virtuels.

Il est aussi un but de la présente invention de proposer un procédé et un système pour la gestion performante et automatisé d'un ou plusieurs réseaux virtuels, facile à mettre en œuvre.

10 Enfin, un but de la présente invention est de proposer un procédé et un système pour la gestion performante et automatisée d'un ou plusieurs réseaux virtuels plus souples.

15 L'invention propose d'atteindre les buts précités par un procédé pour la gestion performante et automatisée d'au moins un réseau virtuel composé de plusieurs nœuds virtuels implantés sur des nœuds physiques choisis parmi un ensemble de nœuds physiques composant un réseau d'infrastructure, ledit procédé comprenant les étapes suivantes pour chaque réseau virtuel :

- 20
- détermination de données, dites de charge, relatives à un état de charge d'au moins un nœud virtuel dudit réseau virtuel,
 - détermination d'au moins un nœud virtuel surchargé dudit réseau virtuel en fonction desdites données, et d'au moins un critère prédéfini, et
- 25
- redéfinition dudit nœud virtuel surchargé, ledit nœud surchargé bénéficiant de ressources supplémentaires après ladite redéfinition.

Le procédé selon l'invention permet de surveiller chaque nœud virtuel d'un réseau virtuel en déterminant des données relatives à l'état de charge 30 de chaque nœud virtuel.

A partir d'un ou plusieurs critères prédéfinis, un ou plusieurs nœuds virtuels surchargés sont identifiés et redéfini de sorte que ces nœuds surchargés bénéficient de plus de ressources. Ainsi, les nœuds virtuels

identifiés comme étant surchargées ne sont plus surchargés et le réseau virtuel présente des performances améliorées.

L'identification d'un état de surcharge d'un nœud virtuel est réalisée selon un ou plusieurs critères prédéfinis. Ce ou ces critères peuvent être soit 5 communs à un ou plusieurs nœuds virtuels du réseau virtuel soit individualisé pour chaque nœud virtuel du réseau virtuel, en fonction par exemple de la fonction du nœud virtuel, du type de nœud etc.

Le procédé selon l'invention permet de réaliser la gestion des performances des réseaux virtuels et d'améliorer les performances des 10 réseaux virtuels de manière totalement automatisée, simple et facile à mettre en œuvre. De plus, le procédé selon l'invention permet de réaliser cette gestion de manière souple et sans perte de données.

Le procédé selon l'invention permet d'identifier les meilleurs emplacements possibles des équipements virtuels d'un réseau virtuel pour 15 que les performances et l'utilisation des ressources du réseau physique soient optimisées et de déplacer les équipements virtuels lorsqu'une nouvelle configuration plus optimale est déterminée. Avantageusement, le déplacement des équipements virtuels s'effectue sans aucune interruption du trafic et sans perte de paquets.

20 Le procédé selon l'invention permet une redondance forte lors d'un disfonctionnement et d'obtenir un réseau virtuel peu perturbé lors du dysfonctionnement d'un ou plusieurs nœuds.

25 Avantageusement, l'étape de redéfinition du nœud virtuel surchargé peut comprendre une allocation de ressources supplémentaires au niveau du nœud physique sur lequel est implanté ledit nœud virtuel surchargé, lorsque lesdites ressources sont disponibles au niveau du nœud physique.

30 Dans ce cas, le procédé selon l'invention peut comprendre avant l'étape de redéfinition, une étape de détermination de ressources disponibles sur le nœud physique sur lequel est implanté le nœud virtuel surchargé.

L'étape de redéfinition du nœud virtuel surchargé peut avantageusement comprendre un transfert du nœud virtuel surchargé vers un autre nœud physique faisant partie dudit réseau d'infrastructure de nœuds physiques et présentant des ressources supplémentaires disponibles.

En effet, lorsque le nœud physique sur lequel est implanté le nœud virtuel surchargé ne possède pas de ressources supplémentaires disponibles, alors la redéfinition du nœud surchargé peut comprendre une implantation du nœud surchargé sur un autre nœud physique. Cet autre nœud physique est 5 avantageusement, un nœud physique se trouvant dans le voisinage du nœud physique sur lequel est installé le nœud virtuel surchargé.

Dans ce cas, et préalablement à l'étape de redéfinition du nœud virtuel surchargé, le procédé selon l'invention peut comprendre une étape d'identification d'au moins un nœud physique présentant des ressources 10 supplémentaires disponibles.

Selon une première version du procédé selon l'invention, le transfert du nœud surchargé vers un autre nœud peut comprendre un transfert de l'équipement virtuel constituant ledit nœud surchargé. Dans ce cas l'équipement virtuel agissant en tant que nœud virtuel est transporté 15 entièrement sur un autre nœud physique.

Selon une version préférée du procédé selon l'invention, le transfert du nœud surchargé vers un autre nœud peut comprendre un clonage dudit nœud surchargé sur ledit autre nœud physique, ledit clonage comprenant les étapes suivantes :

- 20
- transmission, audit autre nœud, de données relatives à la configuration dudit nœud surchargé selon un protocole de configuration,
 - configuration au niveau dudit autre nœud d'un nouveau nœud virtuel avec lesdites données relatives à la configuration dudit nœud surchargé, et
 - suppression du nœud surchargé sur le nœud physique sur lequel il était préalablement implanté.
- 25

Dans cette version préférée, l'équipement virtuel n'est pas transporté d'un nœud physique à un autre nœud physique, seules les données de 30 configuration du nœud virtuel sont transmises du nœud physique sur lequel était installé le nœud virtuel surchargé vers un autre nœud physique. Ces données de configuration sont utilisées au niveau du nouveau nœud physique pour configurer une instance « vierge » de l'équipement virtuel agissant en tant que nœud virtuel pour le nœud surchargé.

Ainsi, les données de configuration ayant une taille très faible, le transfert d'un nœud virtuel depuis un nœud physique vers un autre nœud physique est réalisé de manière simple, souple et rapide. Le transfert de données de configuration d'un nœud physique à un autre peut être réalisé, 5 par exemple, en utilisant un réseau de signalisation reliant les nœuds physiques du réseau d'infrastructure.

Les données de charges relatives à un état d'un nœud virtuel peuvent comprendre des données relatives à des ressources allouées audit nœud 10 virtuel et/ou à l'activité dudit nœud virtuel. Ainsi, en surveillant les ressources allouées à un nœud virtuel en fonction de son activité on peut déterminer si le nœud virtuel en question est en état de surcharge ou non. Selon un exemple de réalisation particulier, on peut surveiller le temps 15 d'attente d'un nœud virtuel sur un nœud physique pour déterminer si le nœud virtuel en question est en surcharge ou non.

Selon un exemple de réalisation particulier, dans le cadre d'un système d'exploitation de réseau (NOS), il est important de calculer le temps pendant lequel des routeurs virtuels passent en mode latent. Lorsqu'un routeur virtuel est dans la file d'attente, les paquets qui lui sont 20 destinés ne sont pas traités et seront fort probablement perdus. Dans le cadre d'une communication UDP, c'est une contrainte beaucoup plus importante que dans le cadre d'une communication TCP. Lors d'une communication TCP, les pilotes des routeurs impliqués dans le transfert de données s'adaptent et retransmettent les paquets manquants. En revanche, 25 dans une communication UDP ce mécanisme est inexistant et les paquets sont simplement ignorés.

Par exemple, si l'on traite 25 000 paquets par seconde (25 paquets 30 chaque millième de secondes) et que le routeur virtuel est en attente pendant 60 millièmes de seconde on perd 1500 paquets (25×60) chaque seconde. Cette perte doit à tout prix rester sous le contrôle du réseau et doit pouvoir être assumé par le réseau. Pour contrôler la période de temps pendant laquelle chaque routeur virtuel reste dans la file d'attente, il faut utiliser un ordonnanceur. Cet ordonnanceur doit fonctionner par tranche de temps et non par pourcentage d'utilisation. Il est possible de définir une

période pendant laquelle chacun des routeurs virtuels a accès aux ressources du routeur. De cette façon, il est possible de contrôler la période de temps pendant laquelle chacun des routeurs virtuels attend avant de recevoir sa tranche de temps.

5 Par exemple, si on a trois routeurs virtuels installé sur un nœud physique et que l'on établit que le temps d'attente de 60 millièmes de seconde est acceptable, alors pour chaque cycle (période) de 90 millièmes de seconde, chaque routeur virtuel doit avoir une tranche de temps disponible de 30 millièmes de seconde. On comprend ici que 3 routeurs
10 virtuels \times 30 millième de seconde = 90 millièmes de seconde. Quand un routeur virtuel est en attente il attend que les deux autres routeurs virtuels consomment leur tranche de temps de 30 millièmes de seconde; 2×30 millièmes de seconde = 60 millième de seconde avant de récupérer sa propre tranche de temps. On respecte alors notre règle d'attente de 60 ms.
15 Or, si un ou plusieurs routeurs attendent plus de 60 millième de secondes, cela veut dire qu'au moins un de ces routeurs virtuels est en état de surcharge car le temps d'attente est trop long par rapport aux opérations qu'il doit réaliser.

20 Avantageusement, le procédé selon l'invention peut comprendre une mémorisation dans au moins un fichier par routeur physique, dit de disponibilité, d'au moins une partie des données de charge relatives à l'état de charge de chacun des nœuds virtuels implantés sur un nœud physique. Un tel fichier de disponibilité peut être un fichier XML contenant les données
25 de charge.

Ainsi, l'identification d'au moins un nœud physique présentant des ressources supplémentaires disponibles peut comprendre un partage entre au moins une partie des nœuds physiques du réseau d'infrastructure, du fichier de disponibilité associé à chacun desdits nœuds physiques.

30 Le partage des fichiers peut être réalisé sous toutes les formes connues : transmission du fichier à chacun des nœuds physiques, mise en partage du fichier sur chaque nœud physique de sorte que tous les nœuds physiques peuvent y accéder, transmission des fichiers vers un ou plusieurs

serveurs accessibles par les nœuds physiques et mise en partage des fichiers au niveau de ces serveurs.

Avantageusement, la détermination des données de charges relatives à un état de charge d'un nœud virtuel peut comprendre, pour chaque nœud physique :

- une détermination, d'au moins un paramètre, relative à une utilisation des périphériques physiques dudit nœud physique par chacun des nœuds virtuels implantés sur ledit nœud physique, et/ou
- une détermination, d'au moins un paramètre, relative à l'état de chacun des nœuds virtuels implantés sur ledit nœud physique par exemple l'utilisation de l'unité centrale ou de la mémoire par chacun des nœuds virtuels implantés sur ce nœud physique.

Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un programme informatique comprenant des instructions exécutées sur un ou plusieurs appareils informatiques pour réaliser les étapes du procédé selon l'invention. Le programme informatique peut comprendre plusieurs modules informatiques, identique ou non, et exécutés sur chacun des nœuds physique. Le programme informatique peut en outre comprendre un module central exécuté sur un serveur et permettant de générer l'ensemble des modules installés sur les nœuds physiques.

Selon encore un aspect de l'invention, il est proposé un réseau virtuel dont les performances sont gérées par le procédé selon l'invention.

Selon encore un autre aspect de l'invention il est proposé un système de gestion automatisée des performances d'au moins un réseau virtuel composé de plusieurs nœuds virtuels implantés sur des nœuds physiques choisis parmi un ensemble de nœuds physiques composant un réseau d'infrastructure, ledit système comprenant :

- des moyens pour déterminer des données, dites de charge, relatives à un état de charge d'au moins un nœud virtuel,

- des moyens pour identifier au moins un nœud virtuel surchargé dudit réseau virtuel en fonction desdites données, et d'au moins un critère prédéfini,
- des moyens pour redéfinir ledit nœud virtuel surchargé de sorte que ledit nœud surchargé bénéficie de ressources supplémentaires.

5 Avantageusement, les moyens pour déterminer des données relatives à un état de charge d'au moins un nœud virtuel peuvent comprendre un programme informatique, exécuté sur chaque nœud physique et qui observe 10 l'activité de chaque nœud virtuel implanté sur ledit nœud physique.

En outre, les moyens pour redéfinir un nœud virtuel surchargé peuvent comprendre :

- 15 - un programme informatique pour allouer de nouvelles ressources audit nœud virtuel sur le nœud physique lorsque ledit nœud physique présente des ressources supplémentaires disponibles, et
- des moyens pour transférer ledit nœud virtuel surchargé sur un autre nœud physique présentant des ressources supplémentaires disponibles.

20

Le système selon l'invention peut en outre comprendre des moyens d'identification d'au moins un nœud physique présentant des ressources supplémentaires disponibles, lesdits moyens comprenant au moins un fichier, dit de disponibilité, comprenant pour chaque nœud physique, au 25 moins une partie des données de charges relatives à chaque nœud virtuel implanté sur ledit nœud physique. Les moyens d'identification peuvent en outre comprendre des moyens de partage de ce fichier avec tous les nœuds physiques du réseau d'infrastructure.

Ainsi, l'état de chaque nœud physique est connu des autres nœuds 30 physiques, ce qui permet d'identifier un nœud physique sur lequel des ressources supplémentaires sont disponibles

Selon un exemple d'application non limitatif, un nœud physique peut être un routeur physique.

Toujours selon un exemple d'application non limitatif, un nœud virtuel peut être un équipement informatique agissant en tant que routeur virtuel implanté sur un nœud physique.

5 D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode de réalisation nullement limitatif, et des dessins annexés sur lesquels :

- 10
- la figure 1 est une représentation schématique d'une architecture d'un nœud physique sur lequel sont implantés plusieurs nœuds virtuels ; et
 - la figure 2 est une représentation schématique d'un réseau d'infrastructure comprenant cinq nœuds physiques présentant plusieurs nœuds virtuels.

15 Sur les figures, les éléments communs à plusieurs figures conservent la même référence.

20 La figure 1 est une représentation schématique de l'architecture de la virtualisation sur un nœud physique d'un réseau physique permettant d'implanter plusieurs nœuds virtuels sur un nœud physique.

25 Le nœud physique 100 représenté sur la figure 1 comporte un logiciel et/ou matériel de virtualisation 102, appelé hyperviseur, qui a comme rôle de partager les ressources physiques entre les instances virtuelles. Un exemple est donné par le logiciel XEN. Cet hyperviseur permet de faire fonctionner plusieurs systèmes d'exploitation réseau (NOS) sur le nœud physique 100, chacun de ces systèmes d'exploitation constituant un nœud virtuel.

30 Dans l'exemple représenté sur la figure 1, trois nœuds virtuels 104, 106, 108 sont implantés sur le nœud physique 100. Chaque système d'exploitation comprend des pilotes XEN permettant l'interfaçage avec le logiciel hyperviseur XEN 102.

Les systèmes d'exploitation constituant les nœuds virtuels 104-108 peuvent être identiques ou différents par exemple, des systèmes d'exploitation Windows, Linux, NetBSD, FreeBSD ou autre.

Dans l'exemple présent, les routeurs virtuels 104-108 sont des instances d'équipement de réseau logiciel et/ou matériel, comme le routeur logiciel XORP pour **E**xtensible **O**pen **R**outer **P**latform.

Le nœud physique comprend en outre des périphériques physiques 5 110 ainsi que des logiciels de contrôle et des pilotes 112.

La figure 2 est une représentation schématique d'un ensemble 200 de nœuds physiques 202 à 210 reliés entre eux par un réseau de signalisation 212. L'ensemble 200 est appelé réseau d'infrastructure.

10 Dans l'exemple représenté, deux nœuds virtuels 2022 et 2024 sont implantés dans le nœud physique 202, deux nœuds virtuels 2042 et 2044 sont implantés dans le nœud physique 204, trois nœuds virtuels 2062, 2064 et 2066 sont implantés dans le nœud physique 206 et trois nœuds virtuels 2082, 2084 et 2086 sont implantés dans le nœud physique 208. Aucun 15 nœud virtuel n'est installé sur le nœud physique 210.

Par le biais de la virtualisation, le réseau de nœuds physiques composé des nœuds 202 à 210 permet la mise en place de trois réseaux virtuels : 214, 216 et 218.

Chaque nœud physique 202 à 210 comporte un stock de nœuds 20 virtuels « vierge » non configuré, à savoir le stock 2020 pour le nœud 202, le stock 2040 pour le nœud 204, le stock 2060 pour le nœud 206, le stock 2080 pour le nœud 208 et le stock 2100 pour le nœud 210. Chacun des nœuds virtuels au niveau de chacun des nœuds physiques est obtenu par une configuration particulière d'un nœud virtuel vierge, choisi dans le stock 25 de nœud virtuel. La configuration du nœud virtuel est fonction des aux services mis en place dans le réseau virtuel et adaptée à ces services, à savoir par exemple, transaction bancaire, télécommunications, etc.

Nous allons maintenant décrire, la gestion des performances du 30 réseau virtuel 214 conformément à l'invention.

On considère que les nœuds physiques 202 à 210 sont des routeurs physiques et les nœuds virtuels sont des routeurs virtuels.

La première phase de gestion des performances selon l'invention correspond à une connaissance interne à chaque routeur physique des ressources dont il dispose et de leur utilisation.

En référence à la figure 3, un programme informatique 302 est exécuté sur chaque nœud physique 300. Ce programme informatique 302 surveille l'activité de chacun des nœuds virtuels 304 à 306 implantés sur le nœud physique 300. Les données relatives à l'état de charge de chacun des nœuds virtuels 304 à 306 sont intégrées dans un fichier de données 310, par exemple de format XML.

Le programme informatique 302, installé sur chaque routeur physique, peut être intégré dans le logiciel hyperviseur 102 en référence à la figure 1.

Nous allons maintenant décrire un exemple de détermination des ressources internes. Dans le cadre d'un système d'exploitation de réseau (NOS), il est important de calculer le temps pendant lequel les routeurs virtuels passent en mode latent. Lorsqu'un routeur virtuel est dans la file d'attente, les paquets qui lui sont destinés, s'ils ne sont pas traités rapidement, risquent d'être perdus. Dans le cadre d'une communication UDP, c'est une contrainte beaucoup plus importante que dans le cadre d'une communication TCP. Lors d'une communication TCP, les pilotes des routeurs impliqués dans le transfert de données s'adaptent et retransmettent les paquets manquants. En revanche, dans une communication UDP, ce mécanisme est inexistant et les paquets sont simplement ignorés. Par exemple, si l'on traite 25 000 paquets par seconde (25 paquets chaque millième de secondes) et que le routeur virtuel est en attente pendant 60 millièmes de seconde on perd 1500 paquets (25 x 60) chaque seconde. Cette perte doit à tout prix rester sous le contrôle du réseau et doit pouvoir être assumée par le réseau. Pour contrôler la période de temps pendant laquelle chaque routeur virtuel reste dans la file d'attente, il faut utiliser un ordonnanceur. Cet ordonnanceur doit fonctionner par tranche de temps et non par pourcentage d'utilisation. Il est possible de définir une période pendant laquelle chacun des routeurs virtuels a accès aux ressources du routeur.

De cette façon, il est possible de contrôler la période de temps pendant laquelle chacun des routeurs virtuels attend avant de recevoir sa tranche de temps.

Par exemple, si on a trois routeurs virtuels, à savoir les routeurs 5 virtuels 2082, 2084 et 2086 sur le routeur physique 208 et représentés sur la figure 2, et que l'on établit que le temps d'attente de 60 millièmes de seconde est acceptable, alors pour chaque cycle (période) de 90 millièmes de seconde, chaque routeur virtuel 2082, 2084 et 2086 doit avoir une tranche de temps disponible de 30 millièmes de seconde. On comprend ici 10 que 3 routeurs virtuels \times 30 millième de seconde = 90 millièmes de seconde. Quand un routeur virtuel est en attente, par exemple le routeur virtuel 2086, il attend que les deux autres routeurs virtuels, c'est-à-dire les routeurs 2082 et 2084, consomment leur tranche de temps de 30 millièmes de seconde; 2×30 millièmes de seconde = 60 millième de seconde avant 15 de récupérer sa propre tranche de temps. On respecte alors notre règle d'attente de 60 ms. Cependant, si le routeur 2086 subit un temps d'attente supérieure à 60 ms, alors les performances du réseau virtuel 214 seront affectées et le routeur 2086 surchargé.

Pour la gestion interne des ressources physiques, l'invention s'appuie, 20 selon un mode de réalisation particulier, sur différents compteurs d'utilisation des routeurs virtuels. Les paramètres observés sont l'utilisation réelle des périphériques physiques du routeur virtuel, ainsi que l'état de chacun des routeurs virtuels.

25 Une fois que les ressources internes de chaque routeur physique sont connues ainsi que l'activité de chaque routeur virtuel implanté sur le routeur physique en question, chaque routeur physique doit découvrir les équipements physiques voisins, à savoir les routeurs voisins, puis partager ses informations sur ses ressources avec les équipements voisins.

30 Les informations recueillies précédemment et intégrées dans un fichier de données, par exemple XML, sont partagées avec les routeurs de ce voisinage. Une possibilité parmi d'autres pour réaliser ce partage consiste à utiliser un protocole P2P. Par exemple, il est possible de choisir une implémentation minimale du protocole P2P, par exemple Gnutella, avec un

modèle d'information, par exemple au format XML. Cette solution offre une grande flexibilité d'interface et une grande facilité pour éventuellement étendre les fonctionnalités du procédé.

5 Comme le propose le modèle P2P, le réseau d'infrastructure 200 est formé des routeurs physiques qui servent de « peer ». Parmi ces routeurs, plusieurs routeurs physiques font office de routeurs physiques « ultrapeers ». Le rôle de ceux-ci est de servir de point d'entrée sur le réseau d'infrastructure 200. Chaque routeur « peer » gère un fichier de topologie qui comporte l'ensemble des routeurs « peer » et leurs 10 interconnexions ainsi qu'un fichier de disponibilité indiquant la disponibilité des routeurs virtuels attachés aux différents « peer ». Ces fichiers de données peuvent être de type XML.

15 Le concept utilisé est décrit en référence aux figures 4 à 6. Ce concept, décrit indépendamment du réseau d'infrastructure 200 pour plus de clarté, est mis en œuvre dans le réseau d'infrastructure 200 pour permettre le partage des fichiers de disponibilité, entre les différents routeurs physiques dans le réseau d'infrastructure 200.

20 En référence à la figure 4, lorsqu'un nouveau routeur virtuel se branche, il est inclus dans le fichier de topologie du routeur physique « peer » 402 sur lequel il a été créé. Par le biais du réseau P2P 400, celui-ci contacte un routeur « ultrapeer » 404.

25 En référence à la figure 5, le routeur « peer » 402 se connecte au routeur « ultrapeer » 404, au travers du réseau P2P qui peut être vu comme un réseau de signalisation. Le routeur « ultrapeer » 404 ajoute le routeur virtuel qui est indiqué sur le fichier de topologie du « peer » 402 à son propre fichier de topologie pour la mise en place ultérieure de nouveaux réseaux virtuels. Ainsi la liste des routeurs virtuels connus se bâtit automatiquement.

30 En référence à la figure 6, le routeur « ultrapeer » contacte alors chacun des routeurs « peer », à savoir les routeurs 404 et 406. Les routeurs « peer » contactés ajoutent alors le nouveau routeur virtuel à leur propre fichier de topologie. Cette liste permet une propagation rapide des changements dans le réseau.

Le routeur « peer » 402 télécharge alors le fichier de données de disponibilité des ressource, par exemple un fichier XML de disponibilité, de chacun des routeurs « peer » contactés 404-408 et bâtit sa propre représentation des ressources disponibles.

5

Lors de la découverte d'un routeur virtuel surchargé, le procédé selon l'invention peut comprendre une phase consistant à déterminer le meilleur emplacement possible du ou des routeurs virtuels. Cette détermination est réalisée selon un algorithme prédéterminé. Par exemple, le routeur physique qui possède le routeur virtuel surchargé consulte son fichier de disponibilité et détermine le routeur physique le moins chargé dans son environnement qui peut être par exemple les routeurs physiques situés à un saut de lui-même, indiqués par le fichier de topologie. S'il ne trouve pas à un saut, il recherche à 2 sauts, etc., jusqu'à ce qu'il trouve un routeur physique acceptable. Ensuite, il lance une mise à jour d'un algorithme de routage tenant compte de l'état des liens (OSPF par exemple) sur le réseau d'infrastructure, en ne tenant compte que des routeurs physiques sur lesquels sont installés des routeurs virtuel du réseau virtuel en cours de modification, en prenant soin d'enlever le routeur physique sur lequel va disparaître le routeur virtuel déplacé et en ajoutant le routeur physique sur lequel va apparaître le routeur virtuel déplacé. Les états de lien utilisés dans l'algorithme de routage sont ceux des liens physiques et non pas les états de lien du réseau virtuel. Le résultat du routage n'est cependant appliqué qu'aux tables de routage du réseau virtuel qui est en cours de modification.

25

Cet algorithme a pour objectif de déterminer quel est le routeur physique cible pour recevoir le routeur virtuel surchargé sur lequel travaille déjà un routeur virtuel inactif et les nouvelles tables de routage du réseau virtuel dans lequel un routeur virtuel a été déplacé.

30

Lorsque le routeur physique cible a été désigné, il commence par bâtit sa table d'interfaces et émet un « gratuitous ARP » (requête « gratuite » (non sollicitée) de Protocole de Résolution d'Adresse). Ceci a pour effet de rendre les nouvelles interfaces actives sur le segment où le nouveau routeur est branché. Ensuite, le processus de routage contacte ses pairs et s'ensuit l'échange des tables de routage. Le routeur rebâtit alors sa nouvelle table de

routage. Le temps de convergence du réseau est égal au temps de chargement de la configuration et de transfert des tables de routage.

Un protocole de configuration, par exemple de type Netconf, permet d'établir une interface d'échange entre l'hyperviseur et ses routeurs virtuels.

5 Ce protocole de configuration permet entre autre de lire et d'écrire des informations sur un hôte distant en utilisant des primitives du type :

- *get-config* qui retourne entièrement la configuration du routeur
- *edit-config* qui écrase la configuration du routeur.

10 Ces deux primitives permettent donc le déplacement du routeur virtuel et de rendre inactif le routeur virtuel source. Les deux routeurs impliqués dans la transaction sont alors de nouveau interrogés par le logiciel de gestion de l'information, qui dans les secondes suivantes publie l'état des nouvelles ressources qui seront transmises à tous les hôtes du réseau.

15 Dans l'exemple représenté sur la figure 2, le routeur virtuel 2086 du réseau virtuel 214 est identifié comme étant surchargé du fait d'un temps d'attente supérieure à 60 ms. La consultation des ressources des autres routeurs virtuels montre qu'un routeur virtuel inactif 2102 est identifié sur le routeur physique 210 avec des ressources disponibles, c'est-à-dire un temps 20 d'attente inférieure à 60 ms. Les données de configurations du routeur virtuel surchargé 2086 sont transmises à l'hyperviseur du routeur physique 210 selon le protocole de configuration Netconf en utilisant le réseau de signalisation 214. Le routeur virtuel inactif 2102 est configuré avec les données de configurations du routeur surchargé 2086. Une fois la 25 configuration effectuée, les tables de routage sont mises à jour et échangées et le routeur virtuel 2102 remplace le routeur 2086. La configuration du routeur 2086 est écrasée et le routeur 2086 devient un routeur inactif et replacé dans le stock de routeur 2080.

La figure 7 donne la représentation du réseau d'infrastructure 200 après redéfinition du routeur 2086 en routeur 2102. Avant la redéfinition le réseau virtuel 214 était composé des routeurs virtuels 2022, 2044, 2062 et 2086 alors qu'après redéfinition, le réseau virtuel 214 est composé des routeurs virtuels 2022, 2044, 2062 et 2102.

La surveillance et la gestion des performances des réseaux virtuels 216 et 218 sont réalisées d'une manière similaire à celle qui vient d'être décrite.

La redéfinition du routeur 2086 en routeur 2102 est réalisée sans 5 perte de données en un laps de temps très court.

Bien entendu l'invention ne se limite pas à l'exemple d'application nullement limitatif décrit ci-dessus.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour la gestion automatisée des performances d'au moins un
5 réseau virtuel (214, 216, 218) composé de plusieurs nœuds virtuels
implantés sur des nœuds physiques (202, 204, 206, 208) choisis parmi un
ensemble de nœuds physiques composant un réseau d'infrastructure (200),
lesdits nœuds physiques reliés entre eux au travers d'un réseau de
signalisation (212), ledit procédé comprenant les étapes suivantes pour
10 chaque réseau virtuel (214) :

- détermination de données, dites de charge, relatives à un état de charge d'au moins un nœud virtuel (2022, 2044, 2062, 2086) dudit réseau virtuel (214),
- détermination d'au moins un nœud virtuel surchargé (2086) dudit réseau virtuel (214) en fonction desdites données, et d'au moins un critère prédéfini, et
- redéfinition dudit nœud virtuel surchargé (214), ledit nœud surchargé bénéficiant de ressources supplémentaires après ladite redéfinition.

20

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de redéfinition du nœud virtuel surchargé (2086) comprend une allocation de ressources supplémentaires au niveau du nœud physique (208) sur lequel est implanté ledit nœud virtuel surchargé (2086), lorsque lesdites ressources
25 sont disponibles au niveau du nœud physique (208).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape de redéfinition, une étape de détermination de ressources disponibles sur le nœud physique (208) sur lequel est implanté le nœud virtuel surchargé (2086).

30 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de redéfinition du nœud virtuel surchargé (2086) comprend un transfert du nœud virtuel surchargé (2086) vers un autre nœud physique (210) faisant

partie dudit réseau d'infrastructure (200) et présentant des ressources supplémentaires disponibles.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend, avant l'étape de redéfinition, une étape d'identification d'au moins un nœud physique (210) présentant des ressources supplémentaires disponibles.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le transfert du nœud surchargé (2086) vers un autre nœud (210) comprend un transfert de l'équipement virtuel constituant ledit nœud surchargé (2086).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le transfert du nœud surchargé (2086) vers un autre nœud physique (210) comprend un clonage dudit nœud surchargé (2086) sur ledit autre nœud physique (210), ledit clonage comprenant les étapes suivantes :

- transmission, audit autre nœud, de données relatives à la configuration dudit nœud surchargé (2086) selon un protocole de configuration,
- configuration au niveau dudit autre nœud d'un nouveau nœud virtuel (2102) avec lesdites données relatives à la configuration dudit nœud surchargé (2086), et
- suppression du nœud surchargé (2086) sur le nœud physique (208) sur lequel il était préalablement implanté.

25

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les données de charges relatives à un état d'un nœud virtuel (2022, 2044, 2062, 2086) comprennent des données relatives à des ressources allouées audit nœud virtuel (2022, 2044, 2062, 2086) et/ou à l'activité dudit nœud virtuel (2022, 2044, 2062, 2086).

30 9. Procédé l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une mémorisation dans au moins un fichier (310), dit de disponibilité, d'au moins une partie des données de charge relatives à l'état

de charge de chacun des nœuds virtuels (304, 306, 308) implantés sur un nœud physique (300).

10. Procédé selon les revendications 5 et 9, caractérisé en ce que
5 l'identification d'au moins un nœud physique (210) présentant des ressources supplémentaires disponibles comprend un partage entre au moins une partie des nœuds physiques du réseau d'infrastructure (200), du fichier de disponibilité associé à chacun desdits nœuds physiques (202,204,206,208,210).

10

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la détermination des données de charges relatives à un état de charge d'un nœud virtuel (2082, 2084, 2086) comprend, pour chaque nœud physique (208) :

15

- une détermination d'au moins un paramètre relative à une utilisation des périphériques physique dudit nœud physique (208) par chacun des nœuds virtuels (2082, 2084, 2086) implantés sur ledit nœud physique (208), et/ou
- une détermination d'au moins un paramètre relative à l'état de chacun des nœuds virtuels (2082, 2084, 2086) implantés sur ledit nœud physique (208).

20

12. Programme informatique comprenant des instructions exécutées sur un ou plusieurs appareils informatiques pour réaliser les étapes du procédé
25 selon l'une quelconque des revendications précédentes.

13. Réseau virtuel (214, 216, 218) dont les performances sont gérées par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11

30

14. Système de gestion automatisée des performances d'au moins un réseau virtuel (214, 216, 218) composé de plusieurs nœuds virtuels implantés sur des nœuds physiques (202, 204, 206, 208) choisis parmi un ensemble de nœuds physiques composant un réseau d'infrastructure (200), lesdits nœuds

physiques étant reliés entre eux au travers d'un réseau de signalisation (212), ledit système comprenant :

- des moyens pour déterminer des données, dites de charge, relatives à un état de charge d'au moins un nœud virtuel (2022, 5 2044, 2062, 2086),
- des moyens pour identifier au moins un nœud virtuel surchargé (2086) dudit réseau virtuel (214) en fonction desdites données, et d'au moins un critère prédéfini,
- des moyens pour redéfinir ledit nœud virtuel surchargé de sorte 10 que ledit nœud surchargé bénéficie de ressources supplémentaires.

15. Système selon la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens pour déterminer des données relatives à un état de charge d'au moins un nœud virtuel comprennent un programme informatique (302), exécuté sur 15 chaque nœud physique (300) et qui observe l'activité de chaque nœud virtuel (304, 306, 308) implanté sur ledit nœud physique (300).

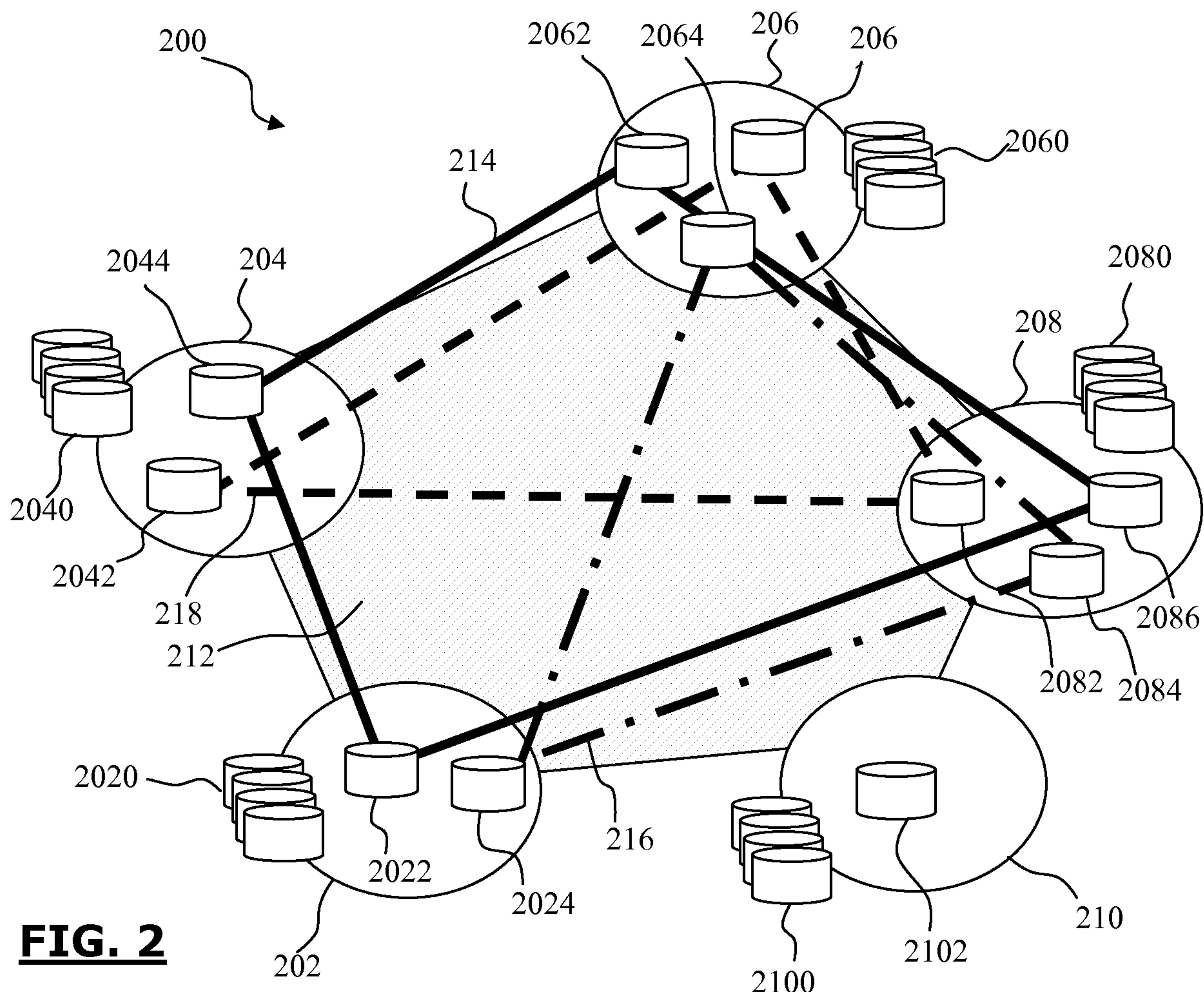
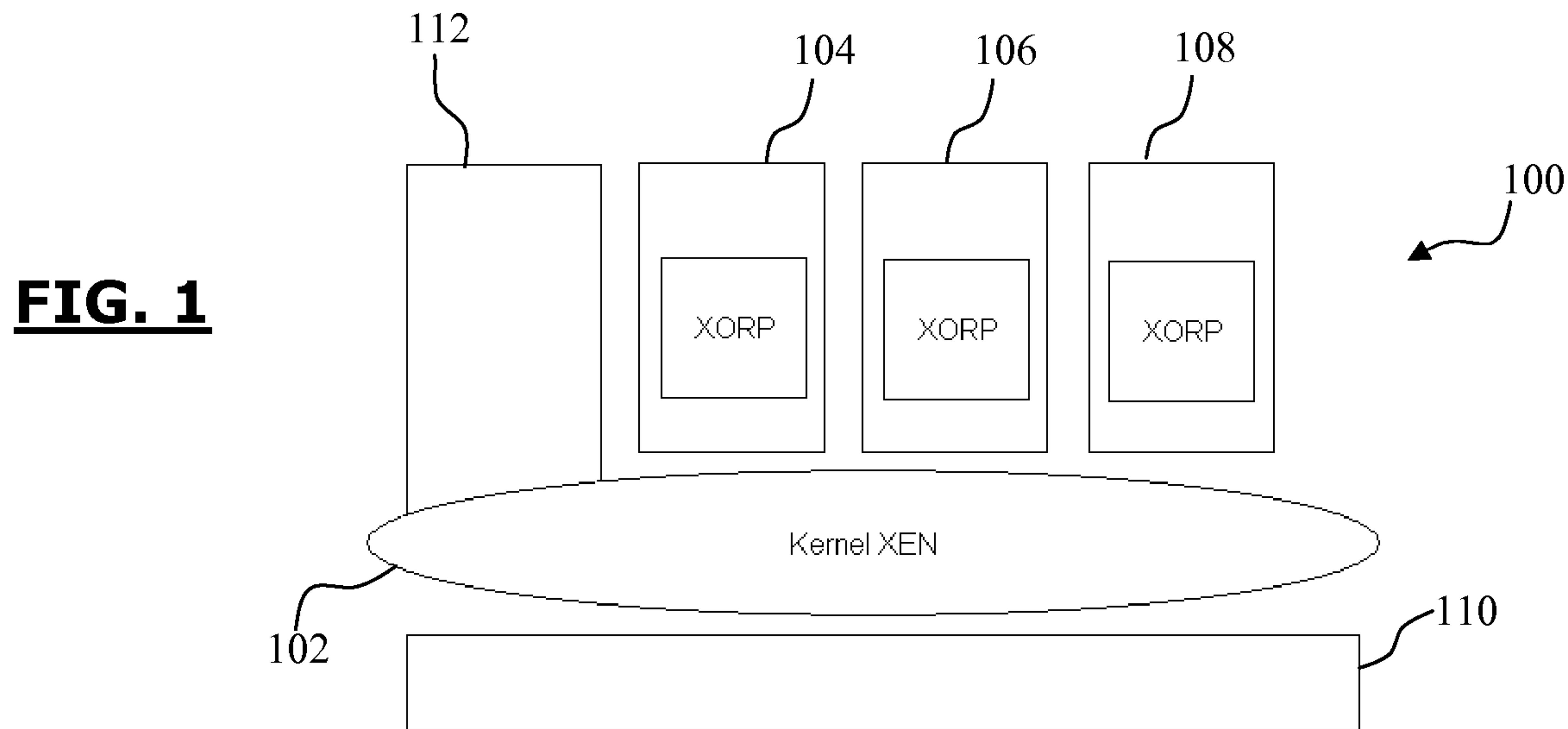
16. Système selon l'une quelconque des revendications 14 ou 15, caractérisé en ce que les moyens pour redéfinir un nœud virtuel surchargé 20 comprennent :

- un programme informatique (302) pour allouer de nouvelles ressources audit nœud virtuel sur le nœud physique lorsque ledit nœud physique présentent des ressources supplémentaires disponibles, et/ou
- des moyens pour transférer ledit nœud virtuel surchargé sur un autre nœud physique présentant des ressources supplémentaires disponibles. 25

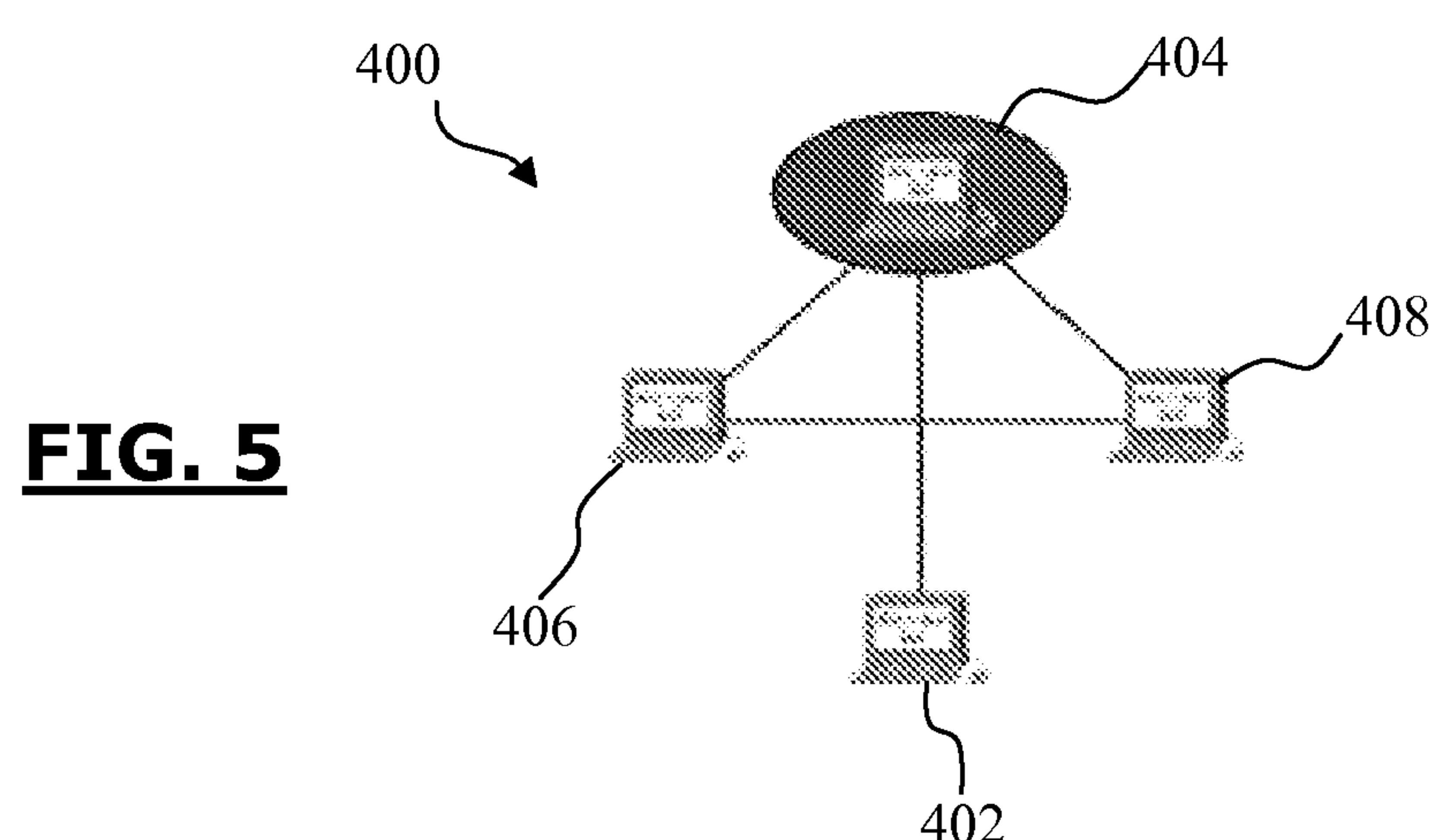
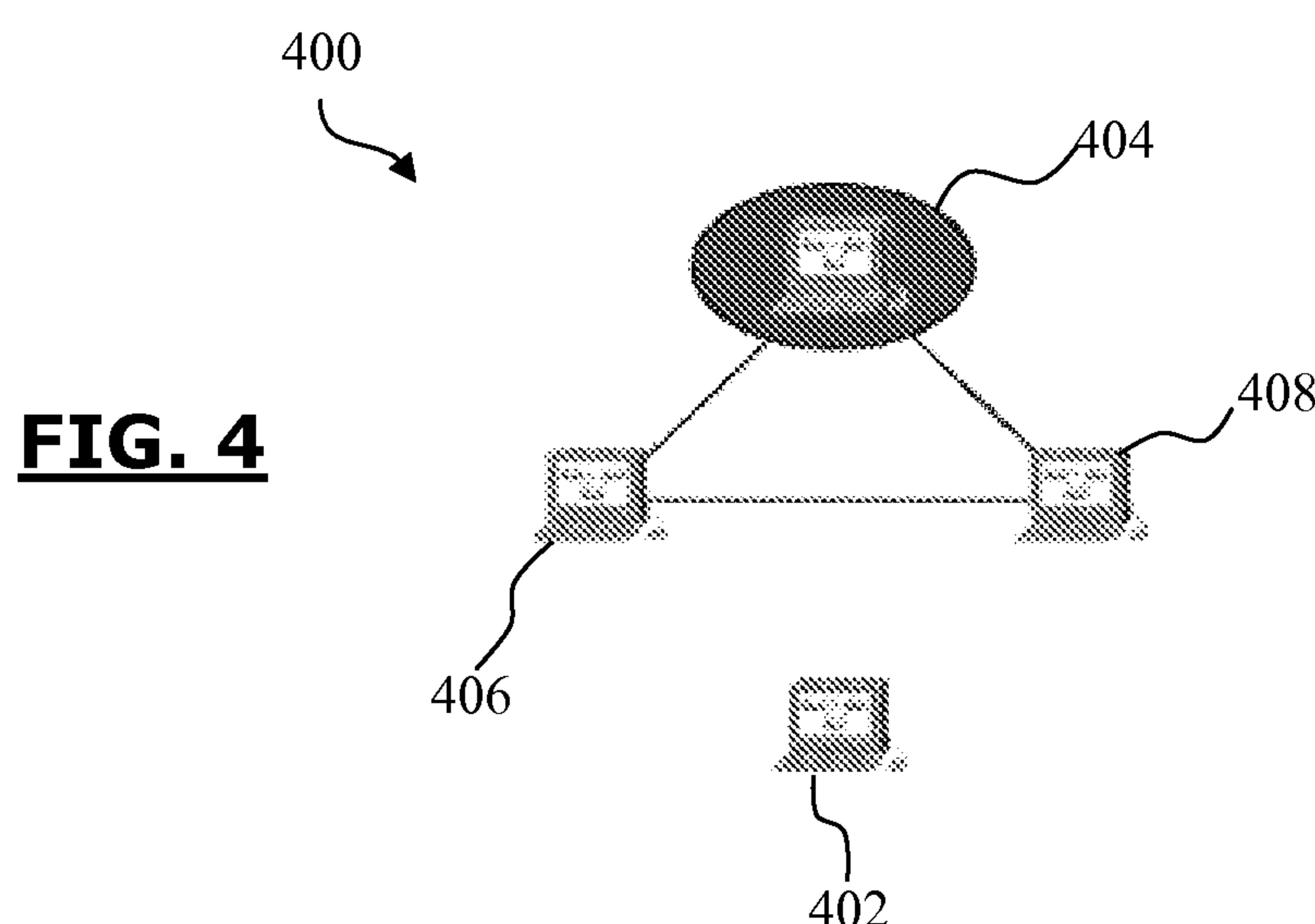
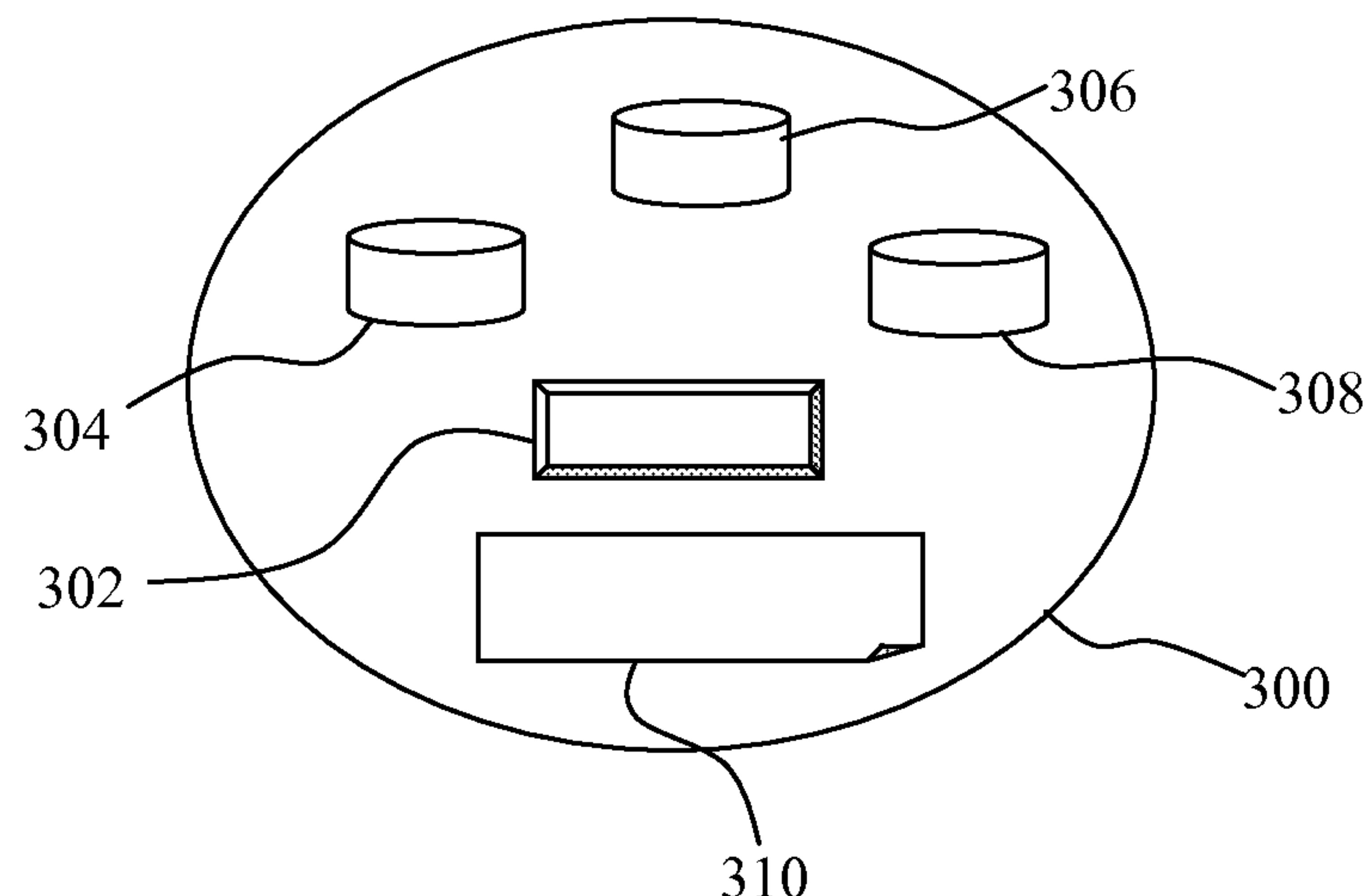
17. Système selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, caractérisé 30 en ce qu'il comprend en outre des moyens d'identification d'au moins un nœud physique présentant des ressources supplémentaires disponibles, lesdits moyens comprenant au moins un fichier (310), dit de disponibilité, comprenant pour chaque nœud physique (300), au moins une partie des

données de charges relatives à chaque nœud virtuel (304, 306, 308) implanté sur ledit nœud physique (300).

18. Système selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, caractérisé en ce qu'un nœud virtuel comprend un routeur virtuel implanté sur un nœud physique.

1/3

2/3



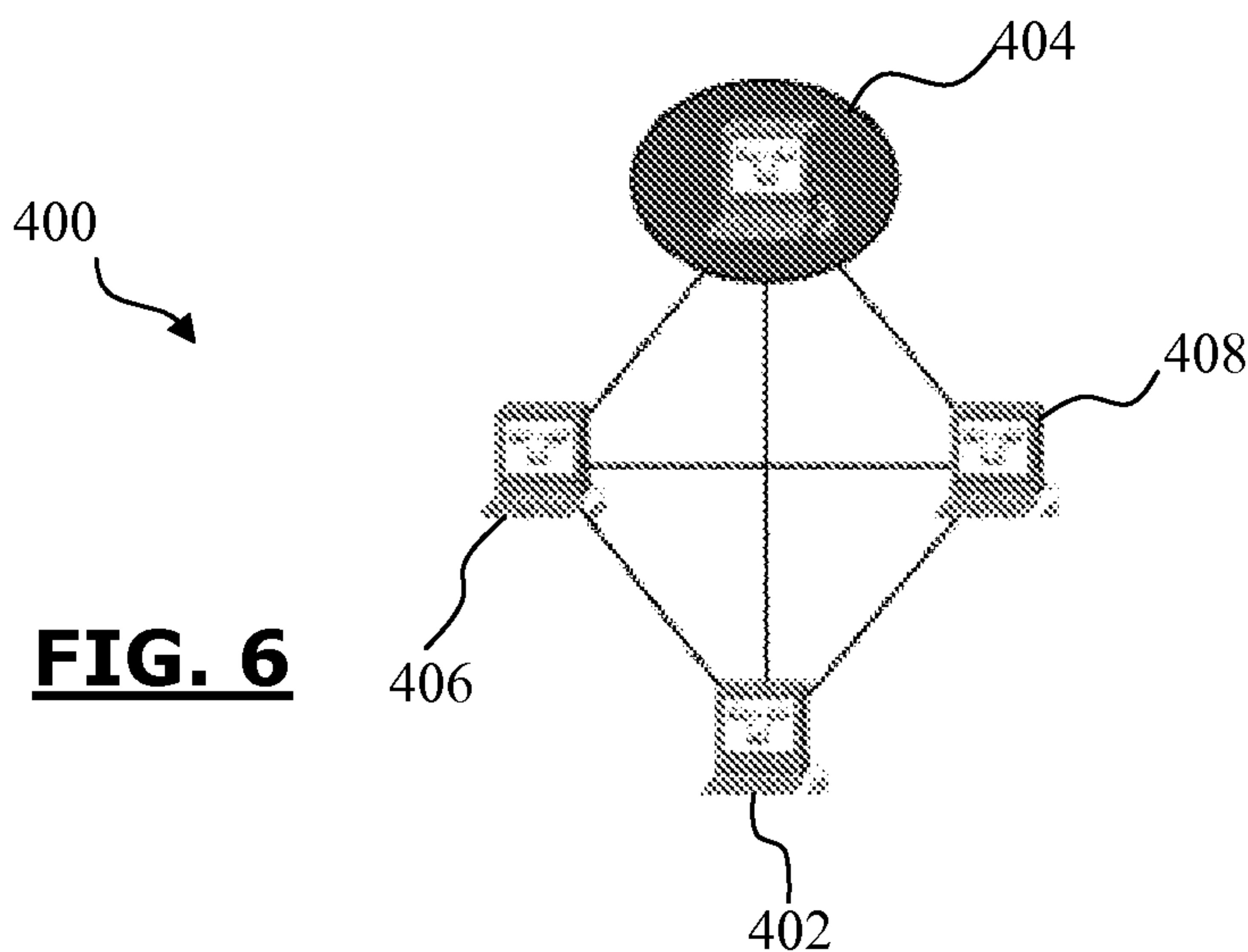
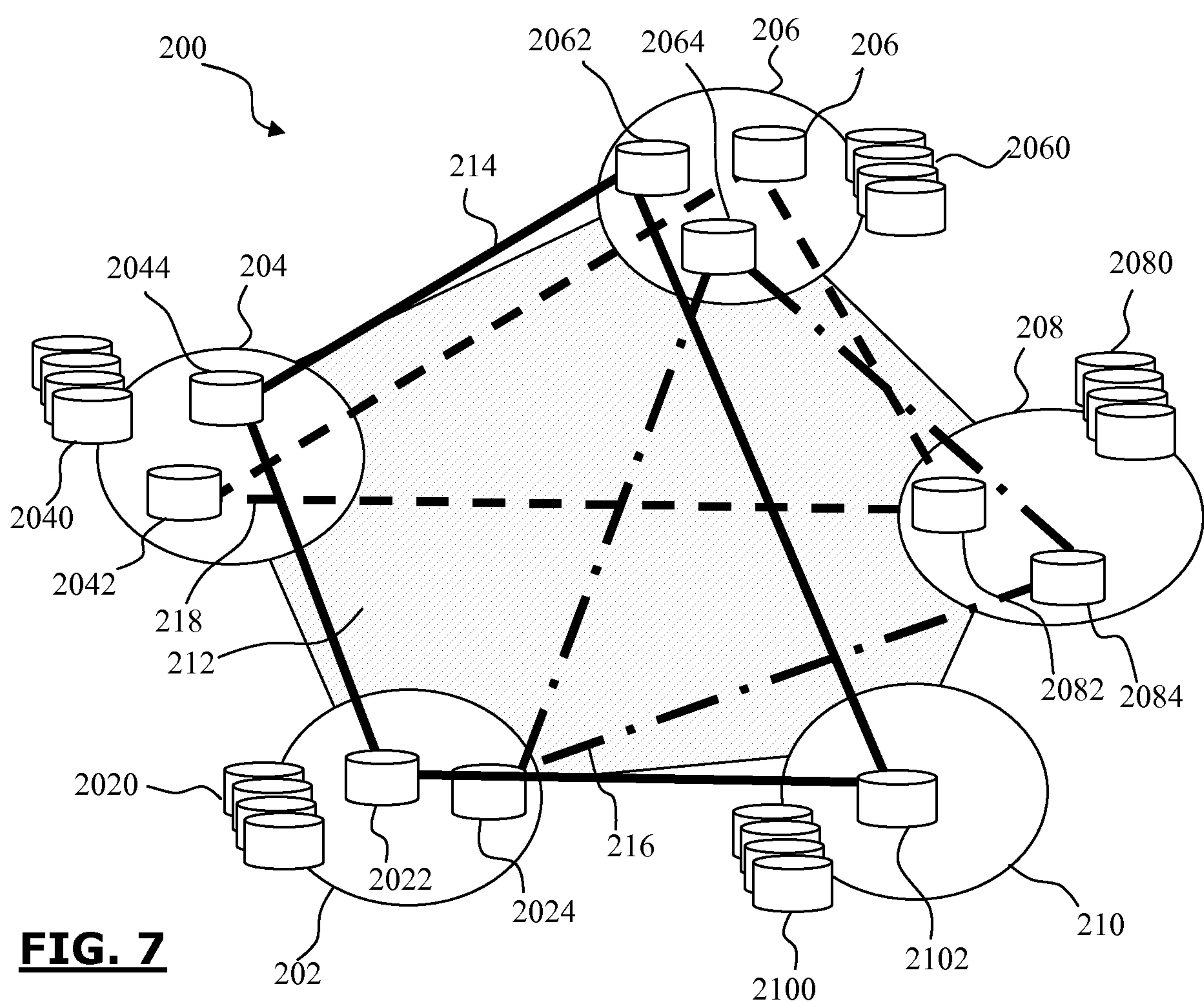
3/3**FIG. 6****FIG. 7**

FIG. 1

