

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.02.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.08.23 Bulletin 23/33.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ORANGE Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : SIMON Gael et CHANCLOU Philippe.

73 Titulaire(s) : ORANGE Société anonyme.

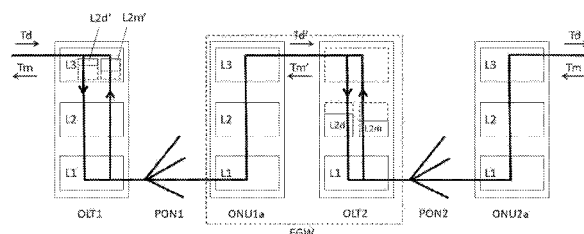
54 **Procédé(s) de traitement de données
descendantes pour réseaux optique passifs en
cascade.**

57 Titre: Procédés et dispositifs de traitement de données descendantes pour réseaux optique passifs en cascade
L'invention concerne un procédé de transmission descendante de données, mis en œuvre dans un équipement (FGW) à la frontière entre un premier réseau optique passif (PON1) et un second réseau optique passif (PON2) et comprenant

une pile protocolaire de réception et une pile protocolaire d'émission, les données étant reçues dans premier signal optique descendant en provenance du premier réseau optique passif (PON1), au niveau d'une couche physique (L1) de la pile de réception, puis traitées successivement dans la pile de réception par la couche physique (L1), une couche de transport (L2) et une couche de service (L3), le procédé comprenant:

au niveau de la couche de service, une détection d'une encapsulation des données relativement à au moins une sous-couche (L2d') de la couche de transport (L2), une transmission des données encapsulées, depuis la pile de réception vers la pile d'émission, directement à un niveau (L2d) immédiatement inférieur à l'au moins une sous-couche de transport, dit niveau d'encapsulation, sans traitement relatif à l'au moins une sous-couche de transport, des traitements successifs dans la pile d'émission jusqu'à une couche physique (L1), à partir du niveau d'encapsulation, une émission des données dans un second signal optique descendant, vers le second réseau optique passif (PON2).

Figure pour l'abrégi: Figure 3



Description

Titre de l'invention : Procédés et dispositifs de traitement de données descendantes pour réseaux optique passifs en cascade

1. Domaine de l'invention

- [0001] L'invention se situe dans le domaine des télécommunications optiques (fibre optique) et des réseaux d'accès de type « réseau optique passif » (PON, "Passive Optical Network").
- [0002] Un réseau optique passif, ou PON, désigne un principe de transport de niveau 1 en fibre optique utilisé dans les réseaux de desserte optique (FTTx, "Fiber To The x"). Il est caractérisé par une architecture fibre point-multipoint passive (plusieurs usagers partagent une même fibre optique et il n'y a pas d'équipement actif entre le central et les abonnés).
- [0003] Il existe différents standards ITU (International Telecommunications Union) de réseau PON, parmi lesquels GPON (standard ITU-T G.984), XGS-PON (standard ITU-T G.9807), NG-PON2 (standard ITU-T G.989), HS-PON (standard ITU-T G.9804), etc., ainsi que différents standards IEEE ("Institute of Electrical and Electronics Engineers"), tels que E-PON, 10GE-PON, 50GE-PON, etc.

2. Etat de la technique antérieure

- [0004] Dans ce contexte, le terminal de ligne optique, ou OLT, ("Optical Line Terminal") au central de l'opérateur relie des unités de réseau optique, ou ONU ("Optical Network Unit") déployés chez les clients. Le faible coût des PON, leur maturité et leur topologie point-à-multipoint les rends intéressants pour des applications dépassant le cadre du FTTH ("Fiber To The Home") : FTTR ("fiber to the room", déploiement d'un squelette optique au sein du domicile pour relier par exemple la passerelle domestique avec les points d'accès Wifi dans chaque pièce), POL ("Passive optical LAN" : LAN optique pour les entreprises – LAN: "Local Area Network"), FTTM ("Fiber to the machine : utilisation de la techno PON pour raccorder les machines d'une usine/entrepôt/... au réseau), etc.
- [0005] A ce jour, une solution naturelle pour réaliser du FTTR/POL/FTTM serait de cascader les technologies PON. Dans le cas du FTTR par exemple, un premier étage de PON relierait le central de l'opérateur équipé d'un OLT à l'habitation équipée d'un ONU dans une passerelle domestique, et un second étage de PON distribuerait le signal dans les différentes pièces du logement avec un second OLT dans la passerelle domestique et des pièces équipées d'ONUs. Cependant, cela suppose le déploiement d'équipements lourds (au sens fonctionnel) dans le domicile du client, comme par exemple une fonctionnalité d'OLT ajoutée dans la passerelle domestique, et des

équipements offrant une fonctionnalité d'ONU dans les différentes pièces.

[0006] Les technologies PON se basent sur une pile protocolaire spécifique, requise pour gérer la topologie spécifique du PON (point-à-multipoint), permettant d'encapsuler et décapsuler de façon transparente les trames Ethernet classiques. Les technologies PON de l'ITU emploient la couche TC ("Transmission Convergence") qui possèdent plusieurs fonctions exécutées en série, parmi lesquelles l'encapsulation des flux de données ou de management dans des trames GEM ("Gigabit-capable passive optical network Encapsulation Method"), puis GTC ("Gigabit-capable passive optical network Transmission Convergence"), qui sont ensuite encodées et brouillées. Des entêtes de ces trames permettent de gérer « l'aiguillage » des trames, et les priorités associées aux services. La séquence binaire obtenue est transposée dans le domaine analogique (électrique) et sert à moduler la porteuse optique qui transporte ainsi l'information. Le signal optique est ensuite réceptionné, et la séquence binaire reçue est à son tour "dé-brouillée", décodée, et décapsulée. Les entêtes des trames qui transportent les informations d'aiguillage permettent alors d'aiguiller le trafic vers la bonne destination avec la priorité associée.

[0007] La pile protocolaire est traversée dans les deux sens de la transmission (de l'OLT vers l'ONU pour le trafic descendant, et inversement pour le sens montant). Mettre en cascade plusieurs arbres PON implique de faire ceci à chaque étage de la cascade, ce qui représente des opérations très lourdes pour un équipement situé hors du central de l'opérateur. Le fait que ces opérations soient effectuées sur des cartes électroniques en dehors du domaine contrôlé par l'opérateur (le central), limite également la miniaturisation des équipements, ce dernier point étant important dans certains scénarios comme par exemple un usage domestique. Cela implique également un coût énergétique qui se voit alors imputé à l'utilisateur.

[0008] Un des buts de l'invention est de remédier à ces inconvénients de l'état de la technique.

3. Exposé de l'invention

[0009] Sens descendant

[0010] L'invention vient améliorer la situation à l'aide d'un procédé d'émission de données dans un signal optique descendant, mis en œuvre dans un premier terminal de ligne optique d'un premier réseau optique passif, les données étant reçues au niveau d'une couche de service, puis traitées successivement par la couche de service, une couche de transport et une couche physique, puis émises au niveau de la couche physique, le procédé comprenant, au niveau de la couche de service, un traitement des données relatif à au moins une sous-couche de la couche de transport, dit encapsulation, avant transmission des données traitées à la couche de transport.

[0011] Selon ce procédé, les données sont encapsulées dans des sous-couches de la couche

de transport par un traitement au niveau de la couche de service. Les données subissent ensuite les traitements classiques de la couche de transport et de la couche physique.

[0012] Ainsi, si ces données sont destinées à un deuxième PON en cascade du premier PON, les traitements que l'OLT de ce deuxième PON doit appliquer aux données sont allégés. En effet, lorsque ces données sont reçues par un ONU du premier PON, après les traitements successifs de la couche physique, de la couche de transport et de la couche de service, elles sont dans un format comportant déjà les traitements effectués par l'OLT du premier PON, et qui sont relatifs à la couche de transport. L'OLT du deuxième PON n'a plus qu'à compléter avec les traitements qui n'ont pas été effectués dans l'OLT du premier PON.

[0013] On comprend que le procédé selon l'invention peut être vu comme consistant à déplacer une partie de la pile protocolaire depuis le second PON vers le premier PON. Plus précisément, la couche de service, ainsi que la partie de la couche de transport se trouvant au-dessus d'une découpe, sont déplacées depuis l'OLT du second PON vers l'OLT du premier PON, pour y être traitées au niveau de la couche de service qui est au-dessus de la couche de transport, sans que la couche de transport du premier OLT soit modifiée.

[0014] Ainsi, les trames de données sont émises avec cette encapsulation par le premier OLT, sont reçues par dans un signal optique par une ONU du premier PON. Les trames de données récupérées par l'ONU après dépilement sont transmises au second OLT desservant le second PON, directement au niveau de la sous-couche juste au-dessous de la découpe.

[0015] Le second OLT n'a besoin d'effectuer aucun traitement relatif à la sous-couche (ou aux sous-couches) de la couche de transport se trouvant au-dessus de la découpe. Le second OLT n'a plus qu'à appliquer à ces trames un traitement relatif à la sous-couche restante (ou aux sous-couches restantes) se trouvant au-dessous de la découpe de la couche de transport, c'est-à-dire le traitement des sous-couches qui n'ont pas été encapsulées par le premier OLT (qui comprennent notamment toutes les sous-couches de la couche physique). Ceci allège d'autant les traitements que le second OLT doit effectuer avant d'émettre les trames de données vers une seconde ONU du second PON.

[0016] La découpe entre les sous-couches encapsulées et les sous-couches non encapsulées peut être déterminée en fonction des capacités de traitement du second OLT, ou d'autres critères tels que par exemple les ressources de calcul disponibles ou l'alimentation énergétique disponible.

[0017] Par commodité dans ce document, le terme "encapsulation" désigne généralement tout traitement effectué dans la couche de transport afin de préparer une trame de donnée à son traitement par la couche physique, c'est-à-dire dans le sens de descente

de la pile protocolaire, des couches dites hautes vers les couches dites basses. Les traitements de la couche de transport dans le sens descendant incluent par exemple, selon la sous-couche concernée, de la fragmentation, du cryptage ("encryption"), de l'embarquement ("embedding") d'informations d'OAM (Operation Administration & Maintenance), du brouillage ("scrambling"), etc.

- [0018] Ce procédé d'émission est entièrement transparent pour les ONU du premier PON et pour les ONU du second PON, et permet une diminution des traitements au sein du second OLT, ce qui se traduit par des économies en termes de puissance de calcul requise et d'énergie nécessaire. Ceci est avantageux car ce second OLT, qui est à la racine du second PON, n'est pas situé dans un central de l'opérateur mais plutôt chez un client où se trouve l'ONU, dans un équipement matériel qui peut être soit connecté physiquement à l'ONU du client, soit intégré avec l'ONU du client.
- [0019] Selon un aspect du procédé d'émission, l'encapsulation est relative à toutes les sous-couches de la couche de transport.
- [0020] Autrement dit, selon cet aspect, le procédé comprend, pour des trames de données destinées à la seconde ONU, et préalablement aux traitements au niveau de la couche de transport et au niveau de la couche physique, une encapsulation des trames de données dans toute la couche de transport.
- [0021] Ainsi, lorsque la découpe se trouve entre la couche physique et la couche de transport, c'est-à-dire avec une encapsulation, par le premier OLT, de toute la couche de transport, le second OLT n'a plus aucun traitement à effectuer au niveau de la couche de transport pour les trames de données, et peut les transmettre directement à sa couche physique. Ceci allège au maximum les traitements que le second OLT doit effectuer pour les trames de données destinées à des ONU du second PON.
- [0022] Selon un aspect le procédé d'émission comprend, au niveau de la couche de service et préalablement à l'encapsulation, une autre encapsulation relative à au moins une sous-couche de la couche de transport.
- [0023] Ainsi, si plus de 2 PON sont disposés en cascade, c'est-à-dire si la seconde ONU du second PON est connectée à un troisième OLT à la racine d'un troisième PON, ce troisième OLT peut également faire l'économie de traitements au niveau des couches de service et de transport. Dans l'OLT du premier PON, les trames destinées à une ONU de ce troisième PON sont encapsulées une première fois selon une découpe de la couche de transport propre au troisième PON, puis encapsulées une deuxième fois selon une découpe de la couche de transport propre au deuxième PON. En effet, les découpes de la pile protocolaire pour l'encapsulation peuvent être différentes d'un étage de cascade de PON à un autre.
- [0024] L'invention ne se limite pas à deux, ou trois réseaux optiques passifs en cascade. Ainsi, si N PON sont disposés en cascade, les trames destinées à une ONU de ce N-

ième PON peuvent être encapsulées N-1 fois selon les découpes successives de la couche de transport de chacun des PON, en commençant par la découpe du N-ième PON et en finissant par celle du second PON.

[0025] L'invention concerne aussi un procédé de transmission descendante de données, mis en œuvre dans un équipement à la frontière entre un premier réseau optique passif et un second réseau optique passif et comprenant une pile protocolaire de réception et une pile protocolaire d'émission, les données étant reçues dans premier signal optique descendant en provenance du premier réseau optique passif, au niveau d'une couche physique de la pile de réception, puis traitées successivement dans la pile de réception par la couche physique (L1), une couche de transport (L2) et une couche de service (L3), le procédé comprenant :

- [0026] • au niveau de la couche de service, une détection d'une encapsulation des données relativement à au moins une sous-couche (L2d') de la couche de transport (L2),
- une transmission des données encapsulées, depuis la pile de réception vers la pile d'émission, directement à un niveau (L2d) immédiatement inférieur à l'au moins une sous-couche de transport, dit niveau d'encapsulation, sans traitement relatif à l'au moins une sous-couche de transport,
 - des traitements successifs dans la pile d'émission jusqu'à une couche physique (L1), à partir du niveau d'encapsulation,
 - une émission des données dans un second signal optique descendant, vers le second réseau optique passif (PON2).

[0027] Grâce à l'encapsulation des trames qui est réalisée dans le premier OLT du premier PON, le second OLT du second PON fait l'économie des traitements relatifs aux sous-couches encapsulées, puisqu'ils ont déjà été effectués au niveau du premier OLT. Ceci allège l'équipement hébergeant le second OLT, ce qui est particulièrement avantageux dans le cas où cet équipement est localisé chez un client de l'opérateur du premier PON. De plus, comme une ONU du premier PON est déjà localisée au même endroit, cet allègement facilite l'intégration du second OLT avec l'ONU du premier PON dans un seul et même équipement matériel FGW (pour Fiber Gateway, ou passerelle fibre), qui peut être une passerelle de réseau optique, telle que par exemple une passerelle domestique ou professionnelle d'accès à Internet, modifiée.

[0028] Le choix des sous-couches qui sont encapsulées dans le sens descendant est fait en fonction d'une découpe de la pile protocolaire qui détermine la partie de cette pile qui est déportée fonctionnellement depuis le second PON vers l'OLT du premier PON. De ce fait, la découpe détermine un lien de complémentarité entre le premier et le second OLT.

[0029] Selon ce procédé de transmission descendante, la fonctionnalité ONU de

l'équipement intégré détecte au niveau de la couche de service la présence ou l'absence de l'encapsulation. En cas de présence d'une encapsulation, cela signifie que la trame est destinée à poursuivre son chemin vers le second PON qui est cascadié au premier PON. En cas d'absence d'encapsulation, cela signifie que la trame a comme destination la fonction ONU, ou plus exactement a comme destination finale un équipement connecté à un réseau local desservi par l'ONU, par exemple un réseau Wi-Fi domestique.

- [0030] L'invention concerne aussi un dispositif d'émission de données dans un signal optique descendant, compris dans un premier terminal de ligne optique d'un premier réseau optique passif, les données étant reçues au niveau d'une couche de service, puis traitées successivement par la couche de service, une couche de transport et une couche physique, puis émises au niveau de la couche physique, le dispositif comprenant des récepteurs, des émetteurs, un processeur et une mémoire couplée au processeur avec des instructions destinées à être exécutées par le processeur pour, au niveau de la couche de service, un traitement des données relatif à au moins une sous-couche de la couche de transport, dit encapsulation, avant transmission des données traitées à la couche de transport.
- [0031] Ce dispositif, apte à mettre en œuvre dans tous ses modes de réalisation le procédé d'émission qui vient d'être décrit, est destiné à être mis en œuvre dans un terminal de ligne optique desservant des unités de réseau optique au travers d'un premier réseau optique passif, dont au moins une est connectée à un autre terminal de réseau optique desservant d'autres unités de réseau optique au travers d'un second réseau optique passif.
- [0032] Selon un aspect le dispositif d'émission comprend en outre une première unité pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du premier réseau optique passif, et une seconde unité pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du second réseau optique passif.
- [0033] Lorsque deux réseaux optiques passifs sont cascadiés, selon l'invention et contrairement à la technique antérieure, c'est le terminal de ligne optique du premier réseau optique passif qui gère les configurations, pannes, performances, et sécurité des réseaux optiques passifs de chaque étage de la cascade. Le déport de cette fonction dans le premier terminal de ligne optique allège ainsi les terminaux de ligne optique du second étage de la cascade, tout en permettant une gestion synchronisée et harmonisée des messages OMCI (ONU Management and Control Interface) circulant dans tous les réseaux optiques passifs de la cascade.
- [0034] L'invention concerne également un dispositif de transmission descendante de données, compris dans un équipement à la frontière entre un premier réseau optique passif et un second réseau optique passif et comprenant une pile protocolaire de

réception et une pile protocolaire d'émission, les données étant reçues dans premier signal optique descendant en provenance du premier réseau optique passif, au niveau d'une couche physique de la pile de réception, puis traitées successivement dans la pile de réception par la couche physique, une couche de transport et une couche de service, le dispositif comprenant des récepteurs, des émetteurs, un processeur et une mémoire couplée au processeur avec des instructions destinées à être exécutées par le processeur pour :

- [0035] • au niveau de la couche de service, une détection d'une encapsulation des données relativement à au moins une sous-couche de la couche de transport,
 - une transmission des données encapsulées, depuis la pile de réception vers la pile d'émission, directement à un niveau immédiatement inférieur à l'au moins une sous-couche de transport, dit niveau d'encapsulation, sans traitement relatif à l'au moins une sous-couche de transport,
 - des traitements successifs dans la pile d'émission jusqu'à une couche physique, à partir du niveau d'encapsulation,
 - une émission des données dans un second signal optique descendant, vers le second réseau optique passif.
- [0036] Ce dispositif, apte à mettre en œuvre dans tous ses modes de réalisation le procédé de transmission descendante qui vient d'être décrit, est destiné à être mis en œuvre dans une passerelle de réseau optique, telle que par exemple une passerelle "fibre" d'accès à Internet, domestique ou professionnelle.
- [0037] L'invention concerne encore un système de réseaux optiques passifs en cascade pour l'émission de données descendantes, comprenant un dispositif d'émission, tel que celui qui vient d'être décrit, connecté à une pluralité de dispositifs de transmission descendante tels que celui qui vient d'être décrit, au travers du premier réseau optique passif, au moins un tel dispositif de transmission descendante étant connecté à une pluralité d'unités de réseau optique au travers d'un second optique passif.
- [0038] L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre les étapes du procédé d'émission, qui vient d'être décrit.
- [0039] L'invention vise aussi un support d'informations lisible par un terminal de réseau optique, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus.
- [0040] L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre les étapes du procédé de transmission descendante, qui vient d'être décrit.
- [0041] L'invention vise aussi un support d'informations lisible par exemple par une

passerelle fibre d'accès à Internet, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus.

[0042] Sens montant

[0043] L'invention vient améliorer la situation à l'aide d'un procédé de transmission montante de données, mis en œuvre dans un équipement à la frontière entre un premier réseau optique passif et un second réseau optique passif et comprenant une pile protocolaire de réception et une pile protocolaire d'émission, les données étant reçues au niveau d'une couche physique de la pile de réception dans une première rafale optique montante en provenance du second réseau optique passif, le procédé comprenant successivement :

- [0044] • au niveau d'une sous-couche de la couche de transport de la pile de réception, dit niveau d'encapsulation, une transmission des données directement à une couche de service de la pile d'émission, sans traitement par des sous-couches supérieures au niveau d'encapsulation dans la pile de réception,
- [0045] • des traitements successifs dans la pile d'émission, par la couche de service, par une couche de transport et par une couche physique,
- [0046] • une émission des données dans une seconde rafale optique montante à destination du premier réseau optique passif.

[0047] Dans le sens montant, dans l'OLT du second PON, contrairement à la technique antérieure les traitements relatifs à des sous-couches de la couche de transport sont omis. Ces traitements seront effectués plus en amont au niveau de l'OLT du premier PON. Ceci allège l'équipement hébergeant le second OLT, ce qui est particulièrement avantageux dans le cas où cet équipement est localisé chez un client de l'opérateur du premier PON. De plus, comme une ONU du premier PON est déjà localisée au même endroit, cet allègement facilite l'intégration du second OLT avec l'ONU du premier PON dans un seul et même équipement matériel FGW (pour Fiber Gateway, ou passerelle fibre), qui peut être une passerelle de réseau optique, telle que par exemple une passerelle domestique ou professionnelle d'accès à Internet, modifiée.

[0048] Le choix des sous-couches qui ne sont pas décapsulées dans le sens montant est fait en fonction d'une découpe de la pile protocolaire qui détermine la partie de cette pile qui est déportée fonctionnellement depuis le second PON vers l'OLT du premier PON. De ce fait, la découpe détermine un lien de complémentarité entre le premier et le second OLT. La découpe dans le sens montant peut différer de la découpe dans le sens descendant. Il peut aussi n'y avoir une découpe que dans un seul des deux sens de transmission.

[0049] Par commodité dans ce document, le terme "décapsulation" désigne généralement tout traitement effectué dans la couche de transport sur des données après traitement par la couche physique, c'est-à-dire dans le sens de remontée de la pile protocolaire,

des couches dites basses vers les couches dites hautes. Les traitements de la couche de transport dans le sens montant incluent par exemple, selon la sous-couche concernée, du désembrouillage ("unscrambling"), de la récupération des informations d'OAM ("PLOAM parsing"), du décryptage, du réassemblage, etc. Il est à noter que dans le contexte des PON, le terme "rafale optique" est utilisé pour le sens montant, plutôt que le terme "signal optique", réservé au sens descendant.

- [0050] Selon un aspect, le procédé de transmission montante comprend, au niveau d'encapsulation, avant la transmission des données à la couche de service de la pile d'émission, un formatage en trame Ethernet des données et une insertion dans la trame Ethernet d'une information indicative de l'encapsulation.
- [0051] Ainsi, le fait que des traitements relatifs à des sous-couches de la couche de transport sont omis est transmis en tant qu'information dans un champ des trames Ethernet. Il sera aisé pour l'OLT du premier PON de distinguer ces trames Ethernet des trames Ethernet en provenance d'un ONU du premier PON, qui elles n'ont pas cette caractéristique.
- [0052] Optionnellement, une information indicative du niveau de l'encapsulation peut également être insérée dans les trames Ethernet.
- [0053] L'invention concerne aussi un procédé de réception de données dans une rafale optique montante, mis en œuvre dans un premier terminal de ligne optique d'un premier réseau optique passif, les données étant reçues au niveau d'une couche physique, puis traitées successivement et complètement par la couche physique et par une couche de transport, le procédé comprenant,
- [0054] • au niveau d'une couche de service, une détection de traitement manquant aux données, relatif à au moins une sous-couche de la couche de transport, au-dessus d'un niveau dit niveau d'encapsulation,
- au niveau de la couche de service, un traitement des données relatif à des sous-couches de la couche de transport au-dessus du niveau d'encapsulation, pour obtenir une trame de données.
- [0055] Le traitement manquant selon la ou les sous-couches de la couche de transport n'est pas effectué dans l'OLT du second PON mais est déporté vers l'OLT du premier PON. Après traitement complet de la trame par la couche de transport, c'est-à-dire après son décapsulage complet, elle est transmise à la couche de service, qui vérifie la présence ou l'absence d'une encapsulation supplémentaire, autrement dit une seconde encapsulation récursive dans la première encapsulation.
- [0056] En cas d'encapsulation supplémentaire, cela signifie que la trame est en provenance du second PON et que l'OLT doit achever de décapsuler la trame. En cas d'absence d'encapsulation supplémentaire, cela signifie que la trame est originaire du premier PON et que son traitement par la couche de transport est complètement terminé.

- [0057] Selon un aspect du procédé de réception, la détection de traitement manquant consiste à vérifier que les données ne sont pas sous un format Ethernet ou OMCI.
- [0058] Une première façon de détecter qu'un traitement est manquant est de vérifier dans quel format les données sont délivrées par la couche de transport. En effet, selon la technique antérieure, les données attendues par couche de service doivent être au format Ethernet ou OMCI (ONU Management and Control Interface). Si elles ne sont pas au format Ethernet ou OMCI, cela signifie que leur traitement n'est pas terminé.
- [0059] Selon un aspect du procédé de réception, la détection de traitement manquant consiste à vérifier que des trames Ethernet contenant les données comprennent une information indicative d'une encapsulation.
- [0060] Une deuxième façon de détecter qu'un traitement est manquant repose sur un formatage préalable des données en trames Ethernet, effectué en amont dans l'OLT du second PON, au niveau d'encapsulation. En plus du formatage Ethernet, l'OLT du second PON insère dans un champ déterminé de chaque trame Ethernet une information indiquant la présence de l'encapsulation, et optionnellement une information indiquant le niveau d'encapsulation. Ainsi, lorsque l'OLT du premier PON reçoit les données en sortie de sa couche de transport, elles sont toutes sous forme de trames Ethernet (ou de messages OMCI), qu'elles aient pour origine le premier ou le second PON. Les trames de données provenant d'un ONU du premier PON et ne provenant pas du second PON ne comprennent pas l'information indicative de l'encapsulation, c'est-à-dire indicative d'un traitement manquant. Il est donc possible de distinguer ces trames de données des trames de données en provenance d'un ONU du second PON, qui, elles, comprennent dans un champ l'information indicative d'un traitement manquant.
- [0061] Selon un aspect du procédé de réception, le traitement manquant détecté est relatif à toutes les sous-couches de la couche de transport.
- [0062] Autrement dit, selon cet aspect, le premier OLT décapsule toute la couche de transport de la trame à deux reprises : une première fois, suite au passage de la trame dans une rafale optique au travers du premier PON, puis une seconde fois, pour compenser l'absence de décapsulage après son passage dans une rafale optique antérieure, au travers du second PON.
- [0063] Ainsi, lorsque la découpe dans le sens montant se trouve exactement entre la couche physique et la couche de transport, l'OLT du premier PON effectue tous les traitements de la couche de transport, que l'OLT du second PON n'a plus à effectuer.
- [0064] Ceci allège au maximum les traitements que le second terminal de ligne optique doit effectuer pour les trames de données en provenance d'ONU du second PON.
- [0065] Selon un aspect le procédé de réception comprend, suite au traitement relatif aux sous-couches au-dessus du niveau d'encapsulation :

- [0066] • au niveau de la couche de service, une autre détection de traitement manquant aux données, relatif à au moins une sous-couche de la couche de transport, au-dessus d'un autre niveau dit autre niveau d'encapsulation,
 - au niveau de la couche de service, un autre traitement des données relatif à des sous-couches de la couche de transport au-dessus de l'autre niveau d'encapsulation, pour obtenir une trame de données.
- [0067] Ainsi, si plus de 2 PON sont disposés en cascade, c'est-à-dire si la seconde ONU du second PON est connectée à un troisième OLT à la racine d'un troisième PON, ce troisième OLT peut également faire l'économie de traitements au niveau des couches de service et de transport, selon une découpe des sous-couches de la couche de transport, qui peut être différente d'un étage de PON à un autre.
- [0068] L'invention concerne aussi un dispositif de transmission montante de données, à la frontière entre un premier réseau optique passif et un second réseau optique passif, comprenant une pile protocolaire de réception et une pile protocolaire d'émission, les données étant reçues au niveau d'une couche physique de la pile de réception dans une première rafale optique montante en provenance du second réseau optique passif, le dispositif comprenant des récepteurs, des émetteurs, un processeur et une mémoire couplée au processeur avec des instructions destinées à être exécutées par le processeur pour :
- [0069] • au niveau d'une sous-couche de la couche de transport de la pile de réception, dit niveau d'encapsulation, une transmission des données à une couche de service de la pile d'émission, sans traitement par des sous-couches supérieures au niveau d'encapsulation dans la pile de réception,
 - [0070] • des traitements successifs dans la pile d'émission, par la couche de service, par une couche de transport et par une couche physique,
 - [0071] • une émission des données dans une seconde rafale optique montante à destination du premier réseau optique passif.
- [0072] Ce dispositif, apte à mettre en œuvre dans tous ses modes de réalisation le procédé de transmission montante qui vient d'être décrit, est destiné à être mis en œuvre dans une passerelle de réseau optique, telle que par exemple une passerelle "fibre" d'accès à Internet, domestique ou professionnelle.
- [0073] L'invention concerne également un dispositif de réception de données dans une rafale optique montante, compris dans un premier terminal de ligne optique d'un premier réseau optique passif, les données étant reçues au niveau d'une couche physique, puis traitées successivement et complètement par la couche physique et par une couche de transport, le dispositif comprenant des récepteurs, des émetteurs, un processeur et une mémoire couplée au processeur avec des instructions destinées à être exécutées par le processeur pour :

- [0074] • au niveau d'une couche de service, une détection de traitement manquant aux données, relatif à au moins une sous-couche de la couche de transport, au-dessus d'un niveau dit niveau d'encapsulation,
 - au niveau de la couche de service, un traitement des données relatif à des sous-couches de la couche de transport au-dessus du niveau d'encapsulation, pour obtenir une trame de données.
- [0075] Ce dispositif, apte à mettre en œuvre dans tous ses modes de réalisation le procédé de réception qui vient d'être décrit, est destiné à être mis en œuvre dans un terminal de ligne optique desservant des unités de réseau optique au travers d'un premier réseau optique passif, dont au moins une est connectée à un autre terminal de réseau optique desservant d'autres unités de réseau optique au travers d'un second réseau optique passif.
- [0076] Selon un aspect, le dispositif de réception comprend en outre une première unité pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du premier réseau optique passif, et une seconde unité pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du second réseau optique passif.
- [0077] Lorsque deux réseaux optiques passifs sont cascades, selon l'invention et contrairement à la technique antérieure, c'est le terminal de ligne optique du premier réseau optique passif qui gère les configurations, pannes, performances, et sécurité des réseaux optiques passifs de chaque étage de la cascade. Le déport de cette fonction dans le premier terminal de ligne optique allège ainsi les terminaux de ligne optique du second étage de la cascade, tout en permettant une gestion synchronisée et harmonisée des messages OMCI (ONU Management and Control Interface) circulant dans tous les réseaux optiques passifs de la cascade.
- [0078] Selon un aspect, le dispositif de réception comprend en outre une première unité pour la gestion de l'allocation de bande passante montante du premier réseau optique passif, et une seconde unité pour la gestion de l'allocation de bande passante montante du second réseau optique passif.
- [0079] Lorsque deux réseaux optiques passifs sont cascades, selon l'invention et contrairement à la technique antérieure, c'est le terminal de ligne optique du premier réseau optique passif qui gère l'allocation de bande passante montante des réseaux optiques passifs de chaque étage de la cascade. Le déport de cette fonction dans le premier terminal de ligne optique allège ainsi les terminaux de ligne optique du second étage de la cascade, tout en permettant une gestion synchronisée et harmonisée de tous les réseaux optiques passifs de la cascade.
- [0080] L'invention concerne encore un système de réseaux optiques passifs en cascade pour la réception de données montantes, comprenant un dispositif de réception tel que celui qui vient d'être décrit, connecté à une pluralité de dispositifs de transmission montante

tels que celui qui vient d'être décrit, au travers du premier réseau optique passif, au moins un tel dispositif de transmission montante étant connecté à une pluralité d'unités de réseau optique au travers d'un second optique passif.

- [0081] L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre les étapes du procédé de transmission montante, qui vient d'être décrit.
- [0082] L'invention vise aussi un support d'informations lisible par exemple par une passerelle fibre d'accès à Internet, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus.
- [0083] L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre les étapes du procédé de réception, qui vient d'être décrit.
- [0084] L'invention vise aussi un support d'informations lisible par un terminal de réseau optique, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus.
- [0085] Les programmes mentionnés ci-dessus peuvent utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable.
- [0086] Les supports d'informations mentionnés ci-dessus peuvent être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, un support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, par exemple un CD ROM ou une ROM de circuit microélectronique, ou encore un moyen d'enregistrement magnétique.
- [0087] Un tel moyen de stockage peut par exemple être un disque dur, une mémoire flash, etc.

D'autre part, un support d'informations peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens. Un programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.

- [0088] Alternativement, un support d'informations peut être un circuit intégré dans lequel un programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution des procédés en question.

4. Présentation des figures

- [0089] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de quelques modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés à titre de simple exemples illustratifs et non limitatifs, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- [0090] [Fig.1] La [Fig.1] présente de façon schématique deux réseaux optiques passifs

connectés en cascade, selon la technique antérieure,

[0091] [Fig.2] La [Fig.2] présente de façon schématique deux réseaux optiques passifs connectés en cascade, selon un premier aspect de l'invention,

[0092] [Fig.3] La [Fig.3] présente de façon schématique deux réseaux optiques passifs connectés en cascade, selon un deuxième aspect de l'invention,

[0093] [Fig.4] La [Fig.4] présente un exemple de structure d'un terminal de réseau optique, mettant en œuvre le procédé d'émission de données dans un signal optique descendant, et le procédé de réception de données dans une rafale optique montante, selon des aspects de l'invention,

[0094] [Fig.5] La [Fig.5] présente un exemple de structure d'une passerelle de réseau optique, mettant en œuvre le procédé de transmission de données dans un signal optique descendant, et le procédé de transmission de données dans une rafale optique montante, selon des aspects de l'invention.

[0095] **5. Description détaillée d'au moins un mode de réalisation de l'invention**

[0096] Les technologies PON se basent sur une pile protocolaire spécifique, requise pour gérer la topologie spécifique du PON (point-à-multipoint), permettant d'encapsuler et décapsuler de façon transparente les trames Ethernet classiques. Les technologies PON de l'ITU, par exemple, emploient la couche TC (Transmission Convergence) qui possèdent plusieurs fonctions exécutées en série, parmi lesquelles l'encapsulation des flux de données ou de management dans des trames GEM (Gigabit-capable passive optical network Encapsulation Method), puis GTC (Gigabit-capable passive optical network Transmission Convergence), qui sont ensuite encodées et brouillées. GEM et GTC étant relatifs à la technologie G-PON, les autres technologies PON (XGS-PON, HS-PON, etc.) possèdent des fonctions similaires possédant d'autres noms. Des entêtes de ces trames permettent de gérer « l'aiguillage » des trames, et les priorités associées aux services. La séquence binaire obtenue est transposée dans le domaine analogique (électrique) et sert à moduler le signal optique qui transporte ainsi l'information. Le signal optique est ensuite réceptionné, et la séquence binaire reçue est à son tour « débrouillée », décodée, et dé-encapsulée. Les entêtes des trames qui transportent les informations d'aiguillage permettent alors d'aiguiller le trafic vers la bonne destination avec la priorité associée.

[0097] La pile protocolaire est traversée dans les deux sens de la transmission (de l'OLT vers l'ONU pour le trafic descendant, et inversement pour le sens montant).

[0098] Les différentes couches et sous-couches de la pile protocolaire normalisée à l'ITU sont résumées dans le tableau suivant (couches supérieures en premier) :

SDU layer			L3
TC layer	Service Adaptation	Frame Frag-	L2

		mentation / Assembly	
TC layer	Service Adaptation	Ethernet - GEM	L2
TC layer	Service Adaptation	OMCI - GEM	L2
TC layer	Service Adaptation	GEM Encryption / Decryption	L2
TC layer	Service Adaptation	GEM - GTC	L2
TC layer	Framing	OAM Embedding / Parsing	L2
TC layer	Framing	PLOAM Embedding / Parsing	L2
TC layer	PHY Adaptation	FEC Encaps / Decaps	L2
TC layer	PHY Adaptation	Scrambling / Des- crambling	L2
TC layer	PHY Adaptation	Synchro, De- lineation	L2
PMD layer			L1

[0099] Ce tableau n'est pas exhaustif, et présente en guise d'exemple quelques-unes des sous-couches de la couche TC layer pour le cas d'un G-PON selon la norme ITU.

[0100] Les différentes couches et sous-couches de la pile protocolaire normalisée à l'IEEE sont un autre exemple et sont résumées dans le tableau suivant (couches supérieures en premier :

Network layer	LAN & CSMA/CD layers	L3
Data link layer	MAC Client	L2
Data link layer	OAM (optionnal)	L2
Data link layer	MULTIPOINT MAC CONTROL (MPCP)	L2
Data link layer	MAC - MEDIA ACCESS CONTROL	L2
Physical layer	RECONCILIATION sublayer	L1
Physical layer	PHYSICAL CODING SUBLAYER (including optional Forward Error Correction)	L1
Physical layer	PHYSICAL MEDIUM ATTACHMENT (PMA)	L1
Physical layer	PMD layer	L1

- [0101] Ce tableau n'est pas exhaustif, et présente en guise d'exemple quelques-unes des couches et sous-couches pour le cas d'un 10GE-PON selon la norme IEEE.
- [0102] Par simplicité dans la suite du document, quelle que soit la pile protocolaire, comme indiqué dans les tables ci-dessus, les différentes couches et sous-couches sont regroupées en 3 groupes de couches correspondant respectivement à une couche physique notée L1, une couche de transport notée L2 et une couche de service notée L3. Les couches des normes ITU et IEEE ont des fonctions équivalentes et la suite du document se base sur celles de la norme ITU, par simplicité.
- [0103] La [Fig.1] illustre deux réseaux optiques passifs disposés en cascade, selon la technique antérieure.
- [0104] Dans le sens descendant, les données émises par un émetteur en amont arrivent à l'OLT noté OLT1, par exemple sous forme de trames Ethernet. Les données d'une telle trame Ethernet Td sont traitées successivement par les couches L3, L2 et L1 de l'OLT1, puis sont émises sous forme de signal optique descendant, dans le PON de premier niveau noté PON1, qui dessert une pluralité d'ONU par exemple au travers d'un coupleur optique, dont l'ONU noté l'ONU1a, qui reçoit le signal optique au niveau de la couche L1. Le signal optique reçu par l'ONU1a est ensuite traité successivement par les couches L1, L2 et L3. En sortie de la couche L3 de l'ONU1a, la trame Td est récupérée et prête à être délivrée au PON de deuxième niveau noté PON2, si sa destination finale est desservie par le PON2.
- [0105] Si tel est le cas, les mêmes traitements que dans l'OLT1 sont alors appliqués aux données de la trame Td par l'OLT2, qui émet les données dans un deuxième signal optique dans le PON2. Ensuite ce deuxième signal optique transporte dans le PON2 les données de la trame Td jusqu'à une pluralité d'ONU dont l'ONU noté ONU2a, qui leur applique le même traitement que l'ONU1a. En sortie de la couche L3 de l'ONU2a, la trame Td est récupérée et peut continuer sa progression vers sa destination finale.
- [0106] Dans le sens montant, les opérations décrites ci-dessus sont effectuées en sens inverse pour une trame Tm.
- [0107] La [Fig.2] présente de façon schématique deux réseaux optiques passifs connectés en cascade, selon un premier aspect de l'invention.
- [0108] Ce premier aspect correspond à un mode de réalisation particulier où la couche L3 en entier et la couche L2 en entier, c'est-à-dire la couche de service en entier et la couche de transport en entier, sont déportées de l'OLT2 vers l'OLT1, dans les deux sens de transmission.
- [0109] Dans le sens descendant, lorsqu'une trame Td arrive à l'OLT1 au niveau de la couche L3, l'OLT1 vérifie la destination finale de la trame Td. Deux cas se présentent : soit la destination finale de la trame Td est desservie par le PON2 qui est en cascade du PON1, soit elle ne l'est pas. Dans ce dernier cas, les données de la trame Td subissent

les traitements classiques des couches L3, L2 et L1 selon la technique antérieure.

- [0110] Lorsque les données sont émises par un OLT vers des ONU (sens descendant), elles sont traitées successivement par les couches L3, L2 et L1. Les traitements de la couche L3 correspondent par exemple à l'aiguillage des trames Ethernet ou d'informations d'OMCI vers la couche L2 de l'OLT. Les traitements de la couche L2 correspondent par exemple à la fragmentation d'une trame Ethernet ou d'information d'OMCI en trames GEM, à leur cryptage, à la fragmentation en trames GTC, à l'embarquement des informations d'administration et de management à destination de l'OLT ou des ONU, au brouillage des trames et à leur synchronisation avant l'envoi du signal électrique ainsi généré sur l'émetteur optique. Les traitements de la couche L1 correspondent par exemple à l'émission d'un signal optique à partir d'un signal électrique par le biais d'un émetteur optique, à la propagation dans la fibre optique, et à la détection du signal optique par un photorécepteur qui transforme le signal optique en signal électrique.
- [0111] Les informations OMCI, ou messages OMCI, sont des trames de signalisation échangées entre un OLT et les ONU d'un même PON, pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du système PON.
- [0112] Dans le premier cas, par contre, c'est-à-dire par exemple si la destination finale de la trame Td est l'ONU2a desservie par le PON2, la couche L3 de l'OLT1 est modifiée et, en plus des traitements de couche L3, la couche L3 de l'OLT1 encapsule la trame Td dans la couche L2, avant de la délivrer à la couche L2. La couche L2 de l'OLT1 n'est pas modifiée et encapsule à nouveau la trame Td, puis la délivre à la couche L1, qui n'est pas modifiée non plus.
- [0113] Ensuite, les données de la trame Td sont reçues dans un premier signal optique par l'ONU1a, au niveau de la couche L1. Le signal optique traité successivement par les couches L1, L2 et L3. En sortie de la couche L3 de l'ONU1a, la trame Td' qui est récupérée diffère de la trame Td en ce qu'elle a déjà subi par anticipation les traitements de la couche L2 de l'OLT2. Elle est déjà "encapsulée" dans la couche L2, et elle est prête à être délivrée directement à la couche L1 de l'OLT2 modifié du PON2, sans traitements aux niveaux des couches L3 et L2. L'OLT2 est donc allégé, car il peut être dépourvu des composants nécessaires aux traitement des couches L2 et L3.
- [0114] Les données de la trame Td' sont ensuite émises dans un deuxième signal optique dans le PON2. Ce deuxième signal optique transporte dans le PON2 les données de la trame Td' jusqu'à une pluralité d'ONU, dont l'ONU2a, qui leur applique le même traitement que l'ONU1a. En sortie de la couche L3 de l'ONU2a, la trame qui est récupérée est la trame Td, et non la trame Td'. Il est à noter toutefois que les données des deux trames sont les mêmes, seuls leurs formats diffèrent.
- [0115] Dans le sens montant, lorsqu'une trame Tm arrive au niveau de la couche L3 de

l'ONU2a, elle subit successivement les traitements des couches L3, L2, L1 comme dans la technique antérieure. Les données de la trame Tm sont ensuite émises dans une première rafale optique remontant le PON2 jusqu'à la couche L1 de l'OLT2 qui est modifié. En effet, la trame Tm' qui est délivrée par l'OLT2 dans le sens montant (comme dans le sens descendant d'ailleurs) n'a subi aucun traitement au niveau des couches L2 et L3. L'ONU1a recevant la trame Tm' la traite successivement au niveau des couches L3, L2 et L1 comme dans la technique antérieure, et émet les données comprises dans la trame dans une rafale optique en direction de l'OLT1.

- [0116] Lorsque qu'une rafale de données est reçue par un OLT en provenance des ONU (sens montant), elles sont traitées successivement par les couches L1, L2 et L3. Les traitements de la couche L1 correspondent par exemple à la conversion du signal optique reçu en un signal électrique par le biais d'un récepteur optique, puis amplifié électriquement.
- [0117] Les traitements de la couche L2 correspondent par exemple au "débrouillage" de la séquence binaire reçue, à l'extraction des informations d'administration et de management en provenance de l'ONU, à la reconstruction des trames GEM à partir des trames GTC, au décryptage des trames GEM, ou à l'assemblage des trames GEM pour reformer les trames SDU (composées de trames Ethernet ou de messages OMCI).
- [0118] Les traitements de la couche L3 correspondent par exemple à l'aiguillage des trames Ethernet ou OMCI vers leur destination, indiquée par l'adresse "MAC destination" dans le cas d'une trame Ethernet, ou vers l'entité de gestion de l'OMCI, dans le second cas.
- [0119] Les données de la trame Tm' sont ensuite émises dans une seconde rafale optique remontant le PON1 jusqu'à la couche L1 de l'OLT1, qui est aussi modifié au niveau de sa couche L3. En effet, dans l'OLT1, après avoir subi les traitements des couches L1 et L2 comme dans la technique antérieure, lorsque les données de la trame Tm' sont délivrées à la couche L3, celle-ci doit déterminer si elles ont pour origine le PON1 ou le PON2 qui es cascade du PON1.
- [0120] Cette détermination peut être réalisée, dans un premier mode de fonctionnement, en estimant que la forme des trames ne correspond pas aux trames Ethernet ou aux messages OMCI normalement reçus à la couche L3 dans la technique antérieure, ou lorsque émis par le PON 1 uniquement. L'OLT1 détermine alors que la forme des trames est anormale, et estime que cela signifie que les trames ont pour origine le PON2 et n'ont pas terminé leur traitement.
- [0121] Dans un autre mode de réalisation, la trame Tm' qui est délivrée par l'OLT2 dans le sens montant subit une encapsulation en trames Ethernet au niveau de l'OLT2 avant d'atteindre l'ONU1a. Les en-têtes de ces trames Ethernet permettent d'aiguiller la trame Tm' vers un module de l'OLT1 dans la couche L3 (illustré dans la [Fig.2] par un

rectangle noté L2 dans le rectangle noté L3) effectuant les traitements de couche L2 non effectués par l'OLT2, après avoir subi les traitements des couches L1 et L2 de l'OLT1.

- [0122] Dans ces deux modes de fonctionnement, l'OLT1 fait donc subir aux trames Tm' à nouveau les traitements de la couche L2 dans le sens montant, qui n'ont pas été faits par l'OLT2, et délivre en sortie la trame Tm, et non la trame Tm'. Il est à noter toutefois que les données des trames Tm et Tm' sont les mêmes, seuls leurs formats diffèrent.
- [0123] La [Fig.3] présente de façon schématique deux réseaux optiques passifs connectés en cascade, selon un deuxième aspect de l'invention
- [0124] Ce deuxième aspect correspond à un mode de réalisation plus général, où la couche L3 est déportée en entier mais pas la couche L2 qui est partiellement déportée, de l'OLT2 vers l'OLT1, et où la partie de la couche L2 qui est déportée est différente selon le sens de transmission.
- [0125] Dans le sens descendant, l'ensemble des sous-couches de la couche L2 déportées est noté L2d', et l'ensemble des sous-couches de la couche L2 qui ne sont pas déportées est noté L2d.
- [0126] Par exemple, la couche L2d' comprend la sous-couche supérieure de la pile protocolaire ITU appelée "Service Adaptation", et la couche L2d comprend les couches inférieures de la pile protocolaire ITU appelées "Framing" et "PHY Adaptation". La découpe du déport se trouve donc entre les sous-couches "Service Adaptation" et "Framing". Dans cet exemple, pour les données dans le sens descendant, l'OLT2 du PON2 qui est en cascade du PON1 n'effectue pas les traitements relatifs à la sous-couche "Service Adaptation". C'est l'OLT2 du PON1 qui les effectue.
- [0127] Par rapport aux traitements subis par les données descendantes d'une trame Td décrits en référence à la [Fig.2], les différences sont les suivantes :
- [0128] Dans l'OLT1 du PON1, la couche L3 encapsule la trame Td dans la couche L2d', avant de la délivrer à la couche L2.
- [0129] Dans l'OLT2 du PON2 qui est en cascade du PON1, la trame Td' qui est récupérée de l'ONU1a, est délivrée directement à la couche L2d de l'OLT2.
- [0130] Dans le sens montant, l'ensemble des sous-couches de la couche L2 déportées est noté L2m', et l'ensemble des sous-couches de la couche L2 qui ne sont pas déportées est noté L2m.
- [0131] Par exemple, la couche L2m' comprend les sous-couches supérieures de la pile protocolaire ITU appelées "Service Adaptation" et "Framing", et la couche L2m comprend la couche inférieure de la pile protocolaire ITU appelée "PHY Adaptation". La découpe du déport se trouve donc entre les sous-couches "Framing" et "PHY Adaptation". Dans cet exemple, pour les données dans le sens montant, l'OLT2 du PON2 qui est en cascade du PON1 n'effectue pas les traitements relatifs aux sous-

couches "Service Adaptation" et "Framing". C'est l'OLT2 du PON1 qui les effectue.

[0132] Par rapport aux traitements subis par les données montantes d'une trame T_m décrits en référence à la [Fig.2], les différences sont les suivantes :

[0133] Dans l'OLT2 du PON2 qui est en cascade du PON1, c'est en sortie de la couche L2m de l'OLT2 que la trame T_m' est délivrée directement à la couche L3 de l'ONU1a.

[0134] Dans l'OLT1 du PON1, après traitement des données de la trame T_m' par la couche L2, la couche L3 effectue sur ces données une deuxième fois les traitements de la couche L2d', et délivre la trame T_m en sortie de la couche L3.

[0135] On comprend que les avantages de ce second mode de réalisation sont similaires à ceux du premier mode de réalisation : l'OLT2 est allégé car il n'a plus à effectuer certains traitements relatifs à la couche de service et à une partie de la couche de transport.

[0136] Dans les deux cas, les réseaux optiques passifs en cascade peuvent utiliser des débits différents et utiliser des piles protocolaires de normes différentes (ITU pour l'un et IEEE pour l'autre, par exemple).

[0137] La [Fig.4] présente un exemple de structure d'un terminal de réseau optique, mettant en œuvre le procédé d'émission de données dans un signal optique descendant, et le procédé de réception de données dans une rafale optique montante, selon des aspects de l'invention.

[0138] Le dispositif 100 peut être compris dans, ou être, un terminal de ligne optique tel que par exemple OLT1.

[0139] Par exemple, le dispositif 100 comprend un récepteur 101 de trames de données descendantes T_d , un émetteur 102 de trames de données montantes T_m , un émetteur 103 de signal optique de données descendantes $S(T_d')$, un récepteur 104 de rafale optique de données montantes $S(T_m')$, une unité de traitement 130, équipée par exemple d'un microprocesseur μP , et pilotée par un programme d'ordinateur 110, stocké dans une mémoire 120 et mettant en œuvre les procédés d'émission et de réception selon l'invention. A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur 110 sont par exemple chargées dans une mémoire RAM, avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 130.

[0140] Une telle mémoire 120, un tel processeur de l'unité de traitement 130, sont aptes à, et configurés pour, dans le sens descendant :

- [0141] • au niveau de la couche de service (L3) dans le sens descendant des données, un traitement des données relatif à au moins une sous-couche (L2d') de la couche de transport, dit encapsulation descendante, avant transmission des données traitées à la couche de transport (L2),
- optionnellement, au niveau de la couche de service dans le sens descendant des données, et préalablement à l'encapsulation descendante, une autre encapsulation

sulation descendante relative à au moins une sous-couche de la couche de transport,

[0142] et pour, dans le sens montant :

- [0143] • au niveau de la couche de service dans le sens montant des données, une détection d'un traitement manquant aux données, relatif à au moins une sous-couche (L2m') de la couche de transport, au-dessus d'un niveau dit niveau d'encapsulation montante,
- au niveau de la couche de service dans le sens montant des données, un traitement des données relatif aux sous-couches (L2m') au-dessus du niveau d'encapsulation montante, dit décapsulation montante, pour obtenir une trame de données,
 - optionnellement, au niveau de la couche de service dans le sens montant des données, dans le cadre de la détection d'un traitement manquant aux données, soit une vérification que les données ne sont pas sous un format Ethernet ou OMCI, soit une vérification que des trames Ethernet contenant les données comprennent une information indicative d'une encapsulation,
 - optionnellement, au niveau de la couche de service dans le sens montant des données, et suite au traitement relatif aux sous-couches au-dessus du niveau d'encapsulation montante, détecter un autre traitement manquant aux données, relatif à au moins une sous-couche de la couche de transport, au-dessus d'un autre niveau dit autre niveau d'encapsulation montante, puis effectuer un autre traitement des données relatif à des sous-couches de la couche de transport au-dessus de l'autre niveau d'encapsulation montante, pour obtenir une trame de données.

[0144] Le dispositif 100 comprend également, au niveau de la couche de service (L3) :

- [0145] • une unité 180 pour transmettre les trames montantes Tm vers l'émetteur 102, et aiguiller les trames de données descendantes Td en provenance du récepteur 101 vers la couche de transport ou vers l'encapsulation descendante (L2d') en fonction de leur destination,
- une unité OMCI1 pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du PON1,
 - une unité OMCI2 pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du PON2 qui est connecté en cascade au PON1,
 - une unité 190 pour aiguiller les données montantes en provenance de la couche de transport vers l'unité 180, l'unité OMCI1 ou la décapsulation montante (L2m'), en fonction de la détection d'un traitement manquant aux données,
 - une unité DBA2 (pour Dynamic Bandwidth Allocation, ou allocation

dynamique de bande passante) pour gérer l'allocation de bande passante montante du PON2.

[0146] Le dispositif 100 comprend également, au niveau de la couche de transport (L2) :

- [0147] • une unité DBA1 pour gérer l'allocation de bande passante montante du PON1, avec laquelle se coordonne l'unité DBA2.

[0148] Le dispositif 100 peut être composé de deux dispositifs distincts 100d et 100m (non illustrés), le dispositif 100d comprenant les composants nécessaires au sens descendant, et le dispositif 100m comprenant les composants nécessaires au sens montant.

[0149] La [Fig.5] présente un exemple de structure d'une passerelle de réseau optique, mettant en œuvre le procédé de transmission de données dans un signal optique descendant, et le procédé de transmission de données dans une rafale optique montante, selon des aspects de l'invention.

[0150] Le dispositif 200 peut être compris dans, ou être, une passerelle de réseau optique, c'est-à-dire une passerelle domestique ou professionnelle d'accès à Internet, combinant une fonctionnalité d'ONU et une fonctionnalité d'OLT, tel que par exemple la passerelle FGW.

[0151] Par exemple, le dispositif 200 comprend un récepteur 201 de signal optique de données descendantes S(Td'), un émetteur 202 de rafale optique de données montantes S(Tm'), un émetteur 203 de signal optique de données descendantes S(Td), un récepteur 204 de rafale optique de données montantes S(Tm), une unité (ONU1a) mettant en œuvre une fonctionnalité d'ONU, une unité (OLT2) mettant en œuvre une fonctionnalité d'OLT. Le dispositif 200 comprend également une unité de traitement 230, équipée par exemple d'un microprocesseur μ P, et pilotée par un programme d'ordinateur 210, stocké dans une mémoire 220 et mettant en œuvre les procédés de transmission selon l'invention. A l'initialisation, les instructions de code du programme d'ordinateur 210 sont par exemple chargées dans une mémoire RAM, avant d'être exécutées par le processeur de l'unité de traitement 230.

[0152] Une telle mémoire 220, un tel processeur de l'unité de traitement 230, sont aptes à, et configurés pour, dans le sens descendant :

- [0153] • au niveau de la couche de service (L3) de l'unité ONU1a et dans le sens descendant des données, une détection d'une encapsulation des données relativement à au moins une sous-couche (L2d') de la couche de transport (L2),
- une transmission des données encapsulées descendantes, depuis l'unité ONU1a vers l'unité OLT2, directement à un niveau (L2d) immédiatement inférieur à l'au moins une sous-couche de transport, dit niveau d'encapsulation, sans traitement relatif à l'au moins une sous-couche de transport,

- au niveau de la couche de transport (L2) de l'unité OLT2, des traitements successifs jusqu'à une couche physique (L1), à partir du niveau d'encapsulation,
- au niveau de la couche physique (L1) de l'unité OLT2, une émission des données traitées dans un signal optique de données descendantes S(Td), vers un réseau optique passif (PON2),

[0154] et pour, dans le sens montant :

- [0155] • au niveau d'une sous-couche (L2m) de la couche de transport (L2) de l'unité OLT2, dit niveau d'encapsulation, une transmission des données (Tm') directement à une couche de service (L3) de l'unité ONU1a, sans traitement dans l'unité OLT2 par des sous-couches supérieures au niveau d'encapsulation,

- [0156] • des traitements successifs dans l'unité ONU1a, par la couche de service (L3), par une couche de transport (L2) et par une couche physique (L1),

- [0157] • une émission des données traitées dans une rafale optique montante S(Tm') à destination d'un réseau optique passif (PON1),

- optionnellement, au niveau d'encapsulation, avant la transmission des données (Tm') à la couche de service (L3) de l'unité ONU1a, un formatage en trame Ethernet des données et une insertion dans la trame Ethernet d'une information indicative de l'encapsulation.

[0158] Le dispositif 200 comprend également, au niveau de la couche de service (L3) de l'unité ONU1a :

- [0159] • une unité 180 pour transmettre les trames de données montantes Tm' vers l'émetteur 202, et recevoir du récepteur 201 les trames de données descendantes Td',
- une unité OMCI1 pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du système PON1.

[0160] Dans un autre mode de réalisation non illustré, le dispositif 200 est séparé en deux entités matérielles distinctes. La première entité est un dispositif 200a qui comprend la fonctionnalité d'ONU, c'est-à-dire les éléments 201, 202 et ONU1a du dispositif 200, en plus d'une unité de traitement, équipée par exemple d'un microprocesseur μ P, et pilotée par un programme d'ordinateur, stocké dans une mémoire.

[0161] La deuxième entité est un dispositif 200b qui comprend la fonctionnalité d'OLT, c'est-à-dire les éléments 203, 204 et OLT2 du dispositif 200, en plus d'une unité de traitement, équipée par exemple d'un microprocesseur μ P, et pilotée par un programme d'ordinateur, stocké dans une mémoire.

[0162] De plus, chacun des dispositifs 200a et 200b possède une interface au niveau de la couche de service (L3) afin de s'échanger entre eux des trames de données, par

exemple une interface Ethernet.

- [0163] Le dispositif 200 (respectivement chacun des dispositifs 200a et 200b), peut être composé de deux dispositifs distincts pour les sens descendants et montant, 200d et 200m (respectivement 200ad, 200bd, 200am, 200bm, non illustrés), le dispositif 200d (respectivement 200ad, 200bd) comprenant les composants nécessaires au sens descendant, et le dispositif 200m (respectivement 200am, 200bm) comprenant les composants nécessaires au sens montant.
- [0164] Les entités décrites et comprises dans les dispositifs décrits en relation avec les figures 4 et 5 peuvent être matérielles ou logicielles. Ces figures illustrent seulement une manière particulière, parmi plusieurs possibles, de réaliser le procédé détaillé ci-dessus, en relation avec les figures précédentes. En effet, la technique de l'invention se réalise indifféremment sur une machine de calcul reprogrammable (un ordinateur PC, un processeur DSP ou un microcontrôleur) exécutant un programme comprenant une séquence d'instructions, ou sur une machine de calcul dédiée (par exemple un ensemble de portes logiques comme un FPGA ou un ASIC, ou tout autre module matériel).
- [0165] Dans le cas où l'invention est implantée sur une machine de calcul reprogrammable, le programme correspondant (c'est-à-dire la séquence d'instructions) pourra être stocké dans un médium de stockage amovible (tel que par exemple une clé USB, une disquette, un CD-ROM ou un DVD-ROM) ou non, ce médium de stockage étant lisible partiellement ou totalement par un ordinateur ou un processeur.

Revendications

- [Revendication 1] **Procédé** d'émission de données dans un signal optique descendant, mis en œuvre dans un premier terminal de ligne optique (OLT1) d'un premier réseau optique passif (PON1), les données étant reçues au niveau d'une couche de service, puis traitées successivement par la couche de service (L3), une couche de transport (L2) et une couche physique (L1), puis émises au niveau de la couche physique, le procédé comprenant, au niveau de la couche de service, un traitement des données relatif à au moins une sous-couche de la couche de transport, dit encapsulation, avant transmission des données traitées à la couche de transport.
- [Revendication 2] **Procédé** d'émission selon la revendication 1, où l'encapsulation est relative à toutes les sous-couches de la couche de transport.
- [Revendication 3] **Procédé** d'émission selon l'une des revendications 1 à 2, comprenant, au niveau de la couche de service et préalablement à l'encapsulation, une autre encapsulation relative à au moins une sous-couche de la couche de transport.
- [Revendication 4] **Procédé** de transmission descendante de données, mis en œuvre dans un équipement (FGW) à la frontière entre un premier réseau optique passif (PON1) et un second réseau optique passif (PON2) et comprenant une pile protocolaire de réception et une pile protocolaire d'émission, les données étant reçues dans premier signal optique descendant en provenance du premier réseau optique passif (PON1), au niveau d'une couche physique (L1) de la pile de réception, puis traitées successivement dans la pile de réception par la couche physique (L1), une couche de transport (L2) et une couche de service (L3), le procédé comprenant :
- au niveau de la couche de service, une détection d'une encapsulation des données relativement à au moins une sous-couche (L2d') de la couche de transport (L2),
 - une transmission des données encapsulées, depuis la pile de réception vers la pile d'émission, directement à un niveau (L2d) immédiatement inférieur à l'au moins une sous-couche de transport, dit niveau d'encapsulation, sans traitement relatif à l'au moins une sous-couche de transport,
 - des traitements successifs dans la pile d'émission jusqu'à une couche physique (L1), à partir du niveau d'encapsulation,

- une émission des données dans un second signal optique descendant, vers le second réseau optique passif (PON2).

[Revendication 5] **Dispositif** (100) d'émission de données dans un signal optique descendant, compris dans un premier terminal de ligne optique (OLT1) d'un premier réseau optique passif (PON1), les données étant reçues au niveau d'une couche de service, puis traitées successivement par la couche de service (L3), une couche de transport (L2) et une couche physique (L1), puis émises au niveau de la couche physique, le dispositif comprenant des récepteurs (101, 104), des émetteurs (102, 103), un processeur (130) et une mémoire (120) couplée au processeur avec des instructions destinées à être exécutées par le processeur pour, au niveau de la couche de service, un traitement des données relatif à au moins une sous-couche de la couche de transport, dit encapsulation, avant transmission des données traitées à la couche de transport.

[Revendication 6] **Dispositif** (100) d'émission selon la revendication 5, comprenant en outre une première unité (OMCI1) pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du premier réseau optique passif (PON1), et une seconde unité (OMCI2) pour la gestion des configurations, des pannes, des performances, et de la sécurité du second réseau optique passif (PON2).

[Revendication 7] **Dispositif** (200) de transmission descendante de données, compris dans un équipement (FGW) à la frontière entre un premier réseau optique passif (PON1) et un second réseau optique passif (PON2) et comprenant une pile protocolaire de réception et une pile protocolaire d'émission, les données étant reçues dans premier signal optique descendant en provenance du premier réseau optique passif (PON1), au niveau d'une couche physique (L1) de la pile de réception, puis traitées successivement dans la pile de réception par la couche physique (L1), une couche de transport (L2) et une couche de service (L3), le dispositif comprenant des récepteurs (201, 204), des émetteurs (202, 203), un processeur (230) et une mémoire (220) couplée au processeur avec des instructions destinées à être exécutées par le processeur pour :

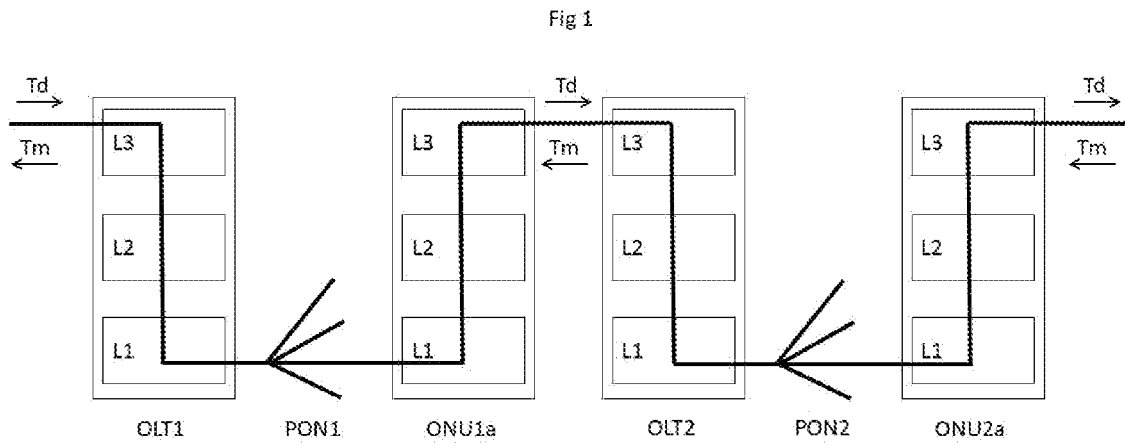
- au niveau de la couche de service, une détection d'une encapsulation des données relativement à au moins une sous-couche (L2d') de la couche de transport (L2),
- une transmission des données encapsulées, depuis la pile de

réception vers la pile d'émission, directement à un niveau (L2d) immédiatement inférieur à l'au moins une sous-couche de transport, dit niveau d'encapsulation, sans traitement relatif à l'au moins une sous-couche de transport,

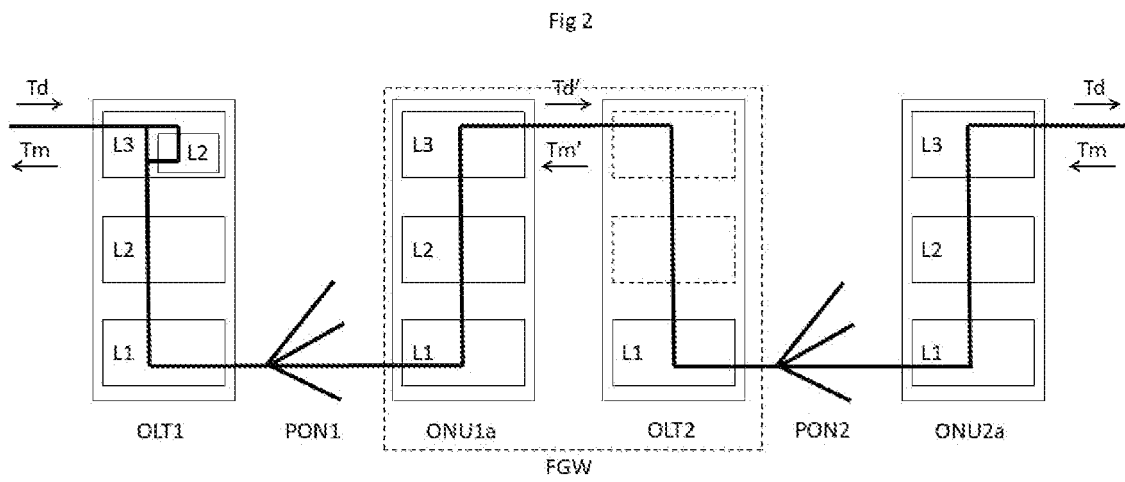
- des traitements successifs dans la pile d'émission jusqu'à une couche physique (L1), à partir du niveau d'encapsulation,
- une émission des données dans un second signal optique descendant, vers le second réseau optique passif (PON2).

- [Revendication 8] **Système** de réseaux optiques passifs en cascade pour l'émission de données descendantes, comprenant un dispositif d'émission (100) selon la revendication 5 connecté à une pluralité de dispositifs de transmission descendante (200) selon la revendication 7 au travers du premier réseau optique passif (PON1), au moins un dispositif de transmission descendante (200) étant connecté à une pluralité d'unités de réseau optique (ONU2a) au travers d'un second optique passif (PON2).
- [Revendication 9] **Programme d'ordinateur** (110), comprenant des instructions qui, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre les étapes du procédé d'émission, selon la revendication 1.
- [Revendication 10] **Programme d'ordinateur** (210), comprenant des instructions qui, lorsque ces instructions sont exécutées par un processeur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre les étapes du procédé de transmission descendante, selon la revendication 4.

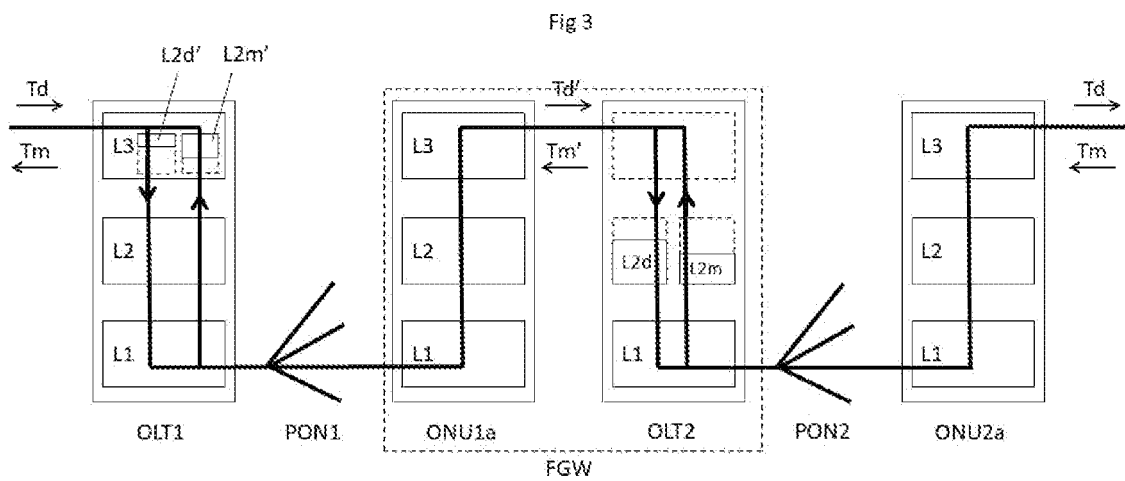
[Fig. 1]



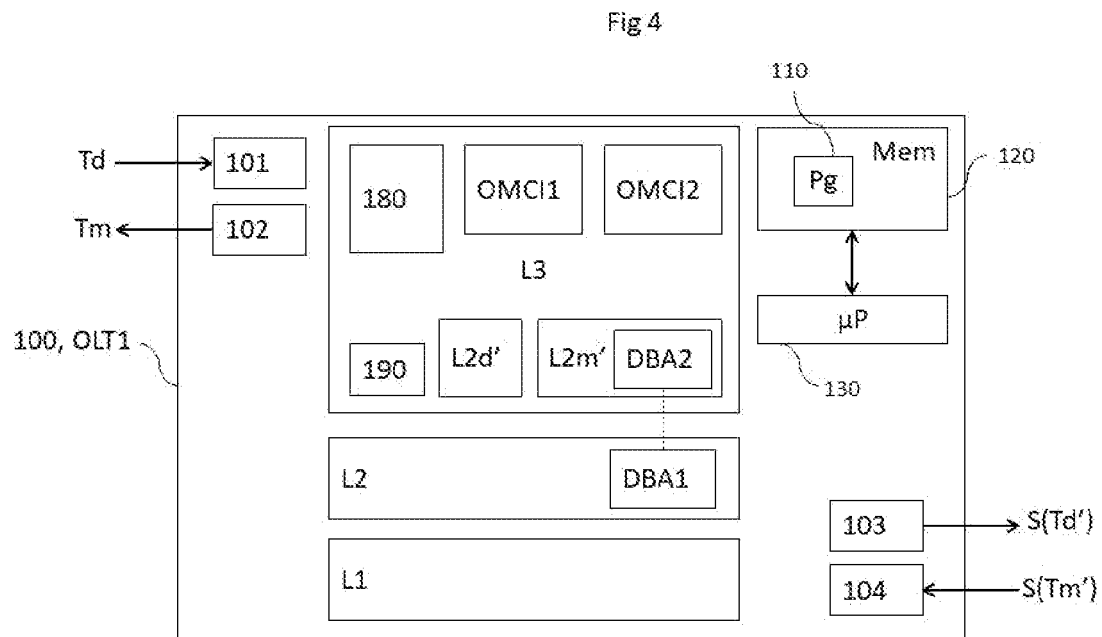
[Fig. 2]



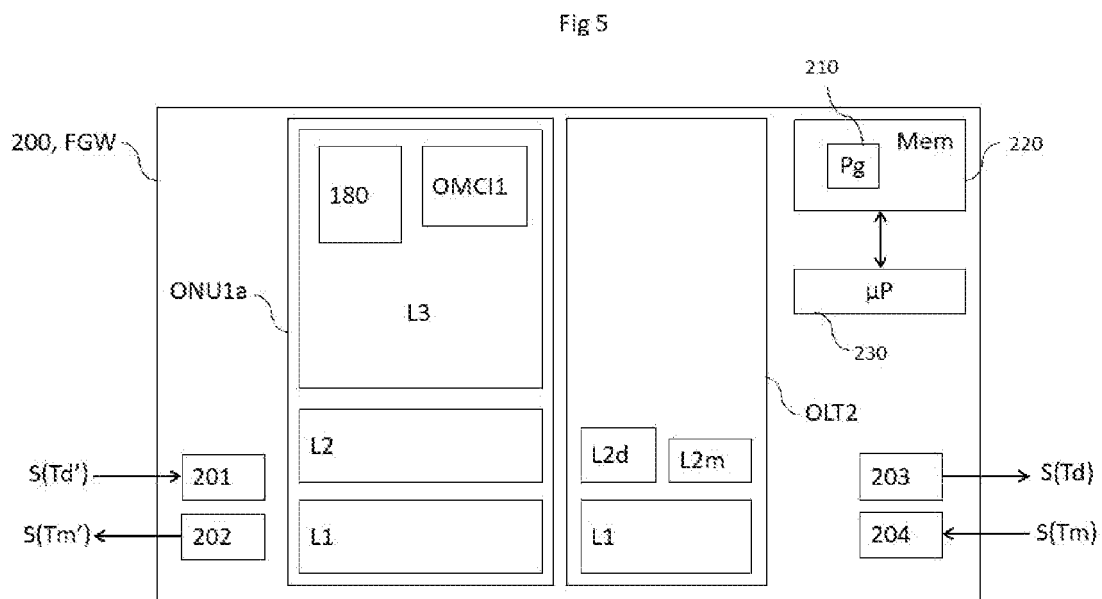
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE PARTIEL

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

N° d'enregistrement
national

FA 904989

FR 2201404

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2019/109665 A1 (LUO YUANQIU [US] ET AL) 11 avril 2019 (2019-04-11) * alinéa [0006] - alinéa [0012] * * alinéa [0028] - alinéa [0039]; figures 1-4 * -----	1-3, 5, 6, 8, 9	H04L69/30 H04B10/27 H04L12/28
X	US 2020/204257 A1 (KRAMPL GERFRIED [AT] ET AL) 25 juin 2020 (2020-06-25) * alinéa [0032] - alinéa [0052] * * alinéa [0056] - alinéa [0073]; figures 2-5 * -----	1-3, 5, 6, 8, 9	
A	NASHIRUDDIN MUHAMMAD IMAM ET AL: "Capability Assesment of the XGS-PON Optical Network Termination for Residential Customer", 2021 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY AND ELECTRICAL ENGINEERING (ICITEE), IEEE, 14 octobre 2021 (2021-10-14), pages 34-39, XP034029947, DOI: 10.1109/ICITEE53064.2021.9611889 [extrait le 2021-11-10] * abrégé * * page 34, colonne de droite, ligne 1 - page 35, colonne de droite, ligne bas; figure 1 * * page 36, colonne de gauche, ligne dernier alinéa - page 37, colonne de gauche, ligne 7; figure 2 * ----- -/--	1-3, 5, 6, 8, 9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H04L H04Q
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 octobre 2022		Gavriliu, Bogdan	
CATÉGORIE 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 904989
FR 2201404

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-3, 5, 6, 9 (complètement); 8 (en partie)

**Pile protocolaire de communications d'un terminal de ligne
optique (OLT)**

2. revendications: 4, 7, 10 (complètement); 8 (en partie)

**Equipement d'interconnexion des deux réseaux optiques
passives (PON)**

La première invention a été recherchée.

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2201404 FA 904989**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **17-10-2022**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019109665 A1		11-04-2019	CN	107735988 A	23-02-2018
			EP	3304830 A1	11-04-2018
			JP	6560815 B2	14-08-2019
			JP	2018520600 A	26-07-2018
			US	2017012731 A1	12-01-2017
			US	2019109665 A1	11-04-2019
			WO	2017008713 A1	19-01-2017

US 2020204257 A1		25-06-2020	US	2020204257 A1	25-06-2020
			WO	2019036060 A1	21-02-2019
