



(51) Classification internationale des brevets :
H04J 3/06 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/051686

(22) Date de dépôt international :
8 septembre 2009 (08.09.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0856038 9 septembre 2008 (09.09.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
FRANCE TELECOM [FR/FR]; 6 place d'Alleray,
F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **JOBERT, Sébastien** [FR/FR]; 44 rue de Botlezan, F-22140 Begard (FR). **LE MEUR, Jean-Pierre, Bruno** [FR/FR]; Lanarpoulou, F-29430 Lanhouarneau (FR).

(74) Mandataire : **LEDEY, Michel**; FRANCE TELECOM R&D/PIV/BREVETS, 38-40 rue du Général Leclerc, F-92794 Issy Moulineaux Cedex 9 (FR).

(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, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (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).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD OF TRANSMITTING A LEVEL OF STABILITY OF A CLOCK SIGNAL TO A TELECOMMUNICATIONS APPARATUS

(54) Titre : PROCÈDE DE TRANSMISSION D'UN NIVEAU DE STABILITÉ D'UN SIGNAL D'HORLOGE A UN ÉQUIPEMENT DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

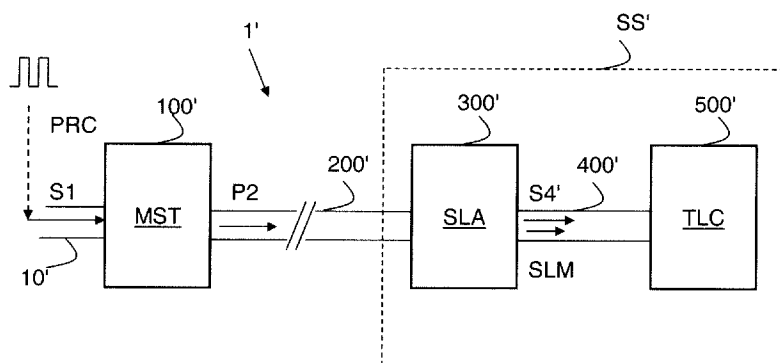


FIG. 2

(57) Abstract : The invention relates to a method of transmitting a level of stability (SL) of a clock signal (S41) on a synchronous communication link (400') of a telecommunications network (V), said clock signal having been reconstructed by a clock recovery device of said network on receipt of synchronization packets (P2) by way of at least one asynchronous communication link (200'). Such a method comprises the following steps: - obtaining of a stability level (SL) of the clock signal reconstructed on the basis of information relating to an operating state of said clock recovery device; and - sending of a message (SLM) comprising said level of stability on the synchronous communication link (400') destined for a telecommunications apparatus (500') which is a client of the clock signal.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

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

Publiée :

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

L'invention concerne un procédé de transmission d'un niveau de stabilité (SL) d'un signal d'horloge (S41) sur un lien de communication synchrone (400') d'un réseau de télécommunications (V), ledit signal d'horloge ayant été reconstruit par un dispositif de récupération d'horloge dudit réseau sur réception de paquets de synchronisation (P2) par l'intermédiaire d'au moins un lien de communication asynchrone (200'). Un tel procédé comprend les étapes suivantes : - obtention d'un niveau de stabilité (SL) du signal d'horloge reconstruit à partir d'informations relatives à un état de fonctionnement dudit dispositif de récupération d'horloge; et - émission d'un message (SLM) comprenant ledit niveau de stabilité sur le lien de communication synchrone (400') à destination d'un équipement (500') de télécommunications client du signal d'horloge.

Procédé de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge à un équipement de télécommunications

1. Domaine de l'invention

Le domaine de l'invention est celui des réseaux de télécommunications, et plus
5 particulièrement celui de la synchronisation d'un équipement de télécommunications
connecté à un tel réseau.

On désigne communément par réseau de télécommunications un réseau de
liens ou liaisons de communications et d'équipements nœuds tels que des
commutateurs ou des routeurs mis en place de façon à ce que des informations
10 puissent être transmises d'un bout à l'autre du réseau.

De nombreux équipements d'un réseau de télécommunications ont besoin d'un
rythme de référence pour fonctionner correctement. C'est le cas par exemple, d'une
station de base dans le domaine des réseaux mobiles ou d'un équipement TDM (Time
Division Multiplexing).

15 D'autres équipements d'un réseau de télécommunications impliqués dans une
chaîne de distribution de synchronisation récupèrent également un rythme de
référence, même s'ils n'ont pas eux-mêmes besoin de cette synchronisation pour leur
fonctionnement, afin de la redistribuer vers les équipements décrits précédemment qui
ont besoin de cette référence.

20 Dans la suite de ce document, on désignera indifféremment par le terme
d'équipement réseau client d'un signal de synchronisation un équipement d'un réseau
de télécommunication faisant partie de l'une des deux catégories décrites ci-dessus.

Traditionnellement, une synchronisation en fréquence est donc transportée
dans un réseau, dit réseau synchrone, et fournie à un équipement réseau client d'un
25 signal de synchronisation, au niveau physique, c'est-à-dire en synchronisant le rythme
des données émises en ligne sur les liens de transmission. C'est par exemple de cette
façon que la synchronisation fréquence est transférée sur un réseau de type SDH
(Synchronous Digital Hierarchy) : une horloge de référence de qualité délivre un
rythme de référence à un premier équipement réseau de type SDH, qui l'utilise pour
30 synchroniser ses liens de transmission. Un tel rythme est récupéré par les

équipements SDH connectés entre eux par de tels liens. Il est ainsi diffusé de proche en proche. A partir d'une architecture centralisée de diffusion d'une synchronisation, ce rythme de référence est finalement transmis aux équipements clients d'un signal de synchronisation.

5 Cependant, avec l'arrivée des réseaux en mode paquets, tels que, par exemple les réseaux Ethernet, des liens de transmission ont été nativement conçus pour fonctionner en mode "asynchrone", c'est-à-dire que les liens physiques constitutifs du réseau de télécommunications ne sont plus porteurs d'un signal de synchronisation. Les données sont alors émises en ligne de façon asynchrone à partir du rythme d'un
10 oscillateur en mode libre, sans que cela ne pose de problème d'un point de vue du transfert de données. La traçabilité à une horloge de référence de qualité est donc perdue au niveau physique.

 Il est connu de la demande de brevet EP 1889388 de synchroniser également la couche physique de tels liens asynchrones dans le cas d'équipements d'un réseau
15 en mode paquets (norme Synchronous Ethernet). Elle enseigne comment transmettre un rythme de référence sur des liens asynchrones, de façon similaire à une transmission traditionnelle de la synchronisation sur des liens synchrones, c'est-à-dire au niveau physique.

 On notera que dans le cas d'une synchronisation au niveau physique, des
20 règles d'ingénierie permettent de satisfaire des normes réseau préalablement établies pour garantir aux équipements le nécessitant la restitution d'un rythme de qualité suffisante.

 Toutefois, tous les équipements d'un réseau de télécommunications ne sont pas aptes à mettre en oeuvre une telle fonctionnalité de transmission d'un rythme de
25 référence. C'est le cas par exemple de certains équipements Ethernet traditionnels déjà déployés dans le réseau, pour lesquels l'ajout de la fonctionnalité Synchronous Ethernet directement dans l'équipement est difficile, voire parfois impossible, à cause de l'architecture initiale de l'équipement, et le recours aux boîtiers externes coûteux lorsqu'ils sont utilisés sur un nombre élevé de liens.

On notera d'autre part que certains réseaux, malgré le fait qu'ils ne soient pas porteurs d'un rythme de référence au niveau physique (donc asynchrones), permettent de transférer la synchronisation de leurs signaux clients et donc de la conserver de façon transparente. C'est par exemple le cas des réseaux OTN (Optical Transport Network), dont la couche physique est effectivement asynchrone, mais qui permettent tout de même de conserver la synchronisation de certains signaux clients transportés (par exemple, des signaux SDH) par un procédé particulier de multiplexage des différents signaux clients sur le lien, qui permet de récupérer leurs synchronisations respectives lors du démultiplexage.

Notons enfin qu'il est parfois nécessaire de conserver la synchronisation des signaux clients telle qu'elle est, même si celle-ci n'est pas issue d'une horloge de qualité. On parle alors de transfert d'"horloge de service", en opposition à l'"horloge réseau" qui est diffusée au niveau physique par les équipements réseaux qui, elle, est censée être issue d'une horloge de qualité. De ce fait, il existe certains réseaux dont les liens de transmission sont effectivement porteurs d'une certaine synchronisation au niveau physique, mais qui ne sont pas capables d'assurer une transparence à la synchronisation des signaux clients qu'ils transportent. Ces réseaux ne permettent donc pas le transport des horloges de service, ce qui, dans certains cas, peut être requis (si par exemple la référence du signal de synchronisation de la couche physique du réseau considéré n'est pas la même que celle des signaux clients, et que l'on doit conserver la synchronisation des signaux clients).

On désigne par lien de transmission asynchrone un lien qui n'est pas porteur de synchronisation au niveau physique et qui n'assure pas la transparence de la synchronisation de ses signaux clients. Par extension, on parlera également de réseau asynchrone.

On considère également la situation selon laquelle un opérateur tiers en télécommunications loue à un opérateur historique local de la bande passante sur son réseau de télécommunications au niveau des couches 2 ou 3 du modèle OSI, ce qui signifie que l'opérateur tiers ne sait pas exactement comment son trafic est transporté par l'opérateur local (par exemple, le type de réseau utilisé, ou encore le nombre de

nœuds traversés). Dans ce cas, l'opérateur tiers n'a généralement pas accès à un signal de synchronisation de type Ethernet synchronisé.

Par ailleurs, même s'il est possible d'accéder à un signal de type Ethernet synchronisé, il est parfois nécessaire de conserver la synchronisation du signal client (par exemple, si la référence du signal porteur de synchronisation au niveau physique n'est pas identique à celle que l'on souhaite apporter aux équipements réseau clients du signal de synchronisation). Par exemple, dans le cas cité précédemment, l'opérateur tiers peut vouloir utiliser sa propre référence de synchronisation, et non pas celle de l'opérateur local, même si celui-ci en possède une.

10 Pour toutes ces situations impliquant des liens de transmission asynchrones, la transmission d'une référence de synchronisation peut aussi se faire, pour pallier à ces problèmes, en mode paquets, c'est-à-dire que la référence de synchronisation est portée par des paquets de données transportés sur de tels liens. On parle aussi de méthode de synchronisation en mode paquets.

15 Un équipement réseau maître qui a accès à un rythme de référence, par exemple au moyen d'un signal de synchronisation transportant ce rythme, ou en le générant lui-même à partir d'une horloge interne de très bonne qualité telle qu'un oscillateur césium, transmet sur le réseau asynchrone des paquets de données à partir de cette référence. Les paquets sont récupérés par un équipement réseau esclave de
20 ce réseau asynchrone et utilisés pour reconstruire le rythme de référence initial.

On notera que ces paquets transportant la synchronisation peuvent être les mêmes que ceux transportant les données utilisateurs, ou bien des paquets dédiés à la synchronisation ne transportant pas de données utilisateurs. On comprend donc que l'ensemble des paquets émis sur les liens asynchrones ne sont pas nécessairement
25 utiles pour récupérer le rythme d'horloge.

Dans la suite de ce document, on désignera indifféremment par le terme de paquets de synchronisation l'ensemble des paquets de données effectivement utilisés par l'équipement esclave pour récupérer l'horloge de référence selon l'une des deux situations décrites ci-dessus.

La récupération de la référence de synchronisation par l'équipement esclave peut typiquement se faire de deux façons : soit directement à partir du rythme de réception des paquets de données, lorsque leur rythme d'émission a été généré à partir du rythme de référence de l'équipement maître, soit à partir d'informations
5 contenues dans les paquets de synchronisation (généralement, des estampilles temporelles) et de l'instant de réception de chaque paquet de synchronisation.

L'équipement esclave peut être situé en bordure du réseau asynchrone et relié également à d'autres nœuds d'un réseau synchrone par une pluralité de liens synchrones, pour lesquels, parfois, on souhaite que le rythme physique provienne de
10 l'horloge reconstruite à partir de la réception des paquets de synchronisation.

On considèrera dans la suite le cas où un équipement esclave récupère un rythme de référence par méthode paquets et synchronise un de ces liens synchrones à partir du rythme de référence récupéré, afin de fournir une horloge de référence à un équipement réseau client d'un signal de synchronisation.

15 Le problème principal des méthodes paquets est que les performances en termes de récupération d'horloge sont dépendantes, entre autres choses, de l'état de charge du réseau, lequel n'est pas prédictible, et donc que la qualité de l'horloge reconstruite et transmise sur le réseau n'est pas non plus prédictible a priori. Dans certaines situations, la qualité de l'horloge peut être relativement correcte pendant
20 certaines périodes, mais de temps à autre, la charge du réseau va conduire à une dégradation significative de l'horloge récupérée avec ce type de mécanisme. En particulier, le signal d'horloge récupéré peut alors présenter une trop grande instabilité pendant une période donnée.

Or, certains équipements de télécommunications clients d'un tel signal de
25 synchronisation ne peuvent pas fonctionner correctement, et en particulier fournir un service de bonne qualité, sans un signal de synchronisation stable. Ceci est notamment très important pendant la période d'initialisation au cours de laquelle ils construisent leur base de temps. Une base de temps construite à partir d'un signal de synchronisation dégradé peut en effet entraîner un dysfonctionnement grave de
30 l'équipement de télécommunications.

Exposé de l'invention

L'invention concerne un procédé de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge sur un lien de communication synchrone d'un réseau de télécommunications, ledit signal d'horloge ayant été reconstruit par un dispositif de récupération d'horloge dudit réseau sur réception de paquets de synchronisation par l'intermédiaire d'au moins un lien de communication asynchrone.

Selon l'invention, le procédé comprend les étapes suivantes :

- obtention d'un niveau de stabilité du signal d'horloge reconstruit à partir d'informations relatives à un état de fonctionnement dudit dispositif de récupération d'horloge; et

- émission d'un message comprenant ledit niveau de stabilité sur le lien de communication synchrone à destination d'un équipement de télécommunications client du signal d'horloge.

Ainsi, l'invention permet d'informer l'équipement de télécommunications client du signal d'horloge, placé en sortie du lien de communication synchrone, sur la stabilité du signal d'horloge qu'il reçoit, afin que cet équipement puisse décider si ce niveau de stabilité est suffisant pour lui garantir une synchronisation correcte au regard de ses contraintes de fonctionnement, ou le cas échéant, de contraintes de fonctionnement de l'équipement client qu'il dessert.

L'obtention d'un niveau de stabilité selon l'invention s'appuie de façon nouvelle et inventive sur des informations relatives à un état de fonctionnement du dispositif de récupération d'horloge utilisées par ce même dispositif pour son propre fonctionnement.

En effet, un tel dispositif acquiert, de façon connue, des paquets de synchronisation pendant une période d'acquisition, filtre les données relatives à la synchronisation, les utilise pour asservir un oscillateur interne et reconstruire le rythme de synchronisation émis par l'équipement réseau maître. Généralement, le dispositif de récupération d'horloge est en particulier capable de détecter un changement dans la réception des paquets de synchronisation, tel que, par exemple, un changement par rapport à la distribution estimée d'un délai de transport dans le réseau par les paquets

de synchronisation, et sur détection de ce changement, qui rend la valeur d'asservissement de l'horloge interne inopérante, de décider d'une nouvelle période d'acquisition et de filtrage des paquets de synchronisation.

Autrement dit, le dispositif de récupération d'horloge peut passer d'un état "stable" dans lequel son horloge de référence interne est supposée être correctement asservie, à un état "instable", dans lequel il met par exemple en œuvre une nouvelle période d'acquisition pour récupérer et filtrer de nouvelles données en vue de déterminer une nouvelle valeur d'asservissement de son oscillateur interne qui soit plus adaptée.

Ainsi, le dispositif de récupération d'horloge est apte à déterminer des informations relatives à son état de fonctionnement ou d'asservissement qui sont représentatives d'un niveau de stabilité du signal d'horloge qu'il reconstruit. Ces informations peuvent généralement être obtenues directement de ce dispositif. En effet, certaines d'entre elles sont généralement affichées sur un écran de surveillance du dispositif.

De façon alternative, les informations relatives à l'état de fonctionnement du dispositif de récupération d'horloge peuvent être obtenues d'un équipement tiers. Il peut s'agir, par exemple, de l'équipement maître lorsqu'il est adapté à recevoir le rythme d'horloge reconstruit par l'intermédiaire d'un canal retour et à en déduire des informations relatives à un état de fonctionnement dudit dispositif de récupération d'horloge. Il peut s'agir encore d'un équipement "sonde" ayant accès aux informations internes du dispositif de récupération d'horloge.

L'invention propose d'utiliser ces informations relatives au fonctionnement du dispositif de récupération d'horloge et donc à la stabilité du processus de reconstruction d'un signal d'horloge, pour générer un message comprenant un niveau de stabilité du signal d'horloge reconstruit, qui soit exploitable pour l'équipement client du signal de synchronisation.

On comprend donc que le message comprenant un niveau de stabilité selon l'invention vient compléter et non pas remplacer le message comprenant une indication de traçabilité selon l'art antérieur.

En effet, de façon avantageuse, un tel niveau de stabilité apporte une information complémentaire de l'information relative à la notion connue de traçabilité d'un signal d'horloge par rapport à une horloge de référence, qui peut être transmise
5 en même temps que le signal d'horloge sur la couche physique d'un lien de communications synchrone. En effet, l'information de traçabilité (ou d'exactitude) d'un signal de synchronisation donne la qualité de l'horloge à long terme, tandis que l'information de stabilité d'un signal de synchronisation donne la qualité à court et moyen terme de l'horloge. Les deux notions sont bien distinctes : on peut, par exemple,
10 recevoir un signal exact mais instable, un signal inexact, mais stable, un signal inexact et instable, ou encore (ce que l'on recherche en général), un signal exact et stable.

La transmission de ce niveau de stabilité d'un signal d'horloge permet donc de compenser le fait qu'il soit actuellement impossible de garantir, par le respect de normes réseau préalablement établies, une qualité constante de transmission d'un
15 rythme de référence par des paquets de synchronisation sur des liens de communications asynchrones vers un équipement client d'un signal de synchronisation comme c'est le cas pour le signal d'horloge transmis sur la couche physique de liens de communications synchrones.

L'invention, en apportant une information supplémentaire à l'équipement de
20 télécommunications sur la qualité du signal d'horloge qu'il a reçu, améliore la fiabilité d'une telle solution de synchronisation et la rend attractive par rapport à des solutions coûteuses de liaisons louées dédiées à la synchronisation ou bien l'utilisation potentiellement problématique de récepteurs GPS.

De façon avantageuse, ledit niveau de stabilité peut prendre au moins une
25 valeur correspondant à un signal d'horloge apte à être utilisé par l'équipement de télécommunications client d'un signal de synchronisation et une deuxième valeur correspondant à un signal de synchronisation inapte à être utilisé par l'équipement de télécommunications client d'un signal de synchronisation.

Il peut aussi prendre un plus grand nombre de valeurs. Un avantage de cette
30 variante est qu'elle fournit une réponse différenciée qui permet de s'adapter aux

contraintes de fonctionnement variables des différents équipements de télécommunications clients d'un signal de synchronisation. Il existe en effet des équipements dont le mode de fonctionnement est plus sensible que d'autres à la stabilité du signal d'horloge qu'il utilise pour se synchroniser. Il est admis, par exemple, qu'un équipement réseau tel qu'une station de base possède parfois un oscillateur de très bonne qualité, permettant de filtrer une bonne partie de l'instabilité du signal de synchronisation reconstruit par paquets. En revanche, ce n'est pas nécessairement le cas pour d'autres types de stations de base, équipées d'oscillateurs de moins bonne qualité, ou simplement non conçues pour filtrer une instabilité trop importante, et qui sont donc dans l'incapacité de filtrer l'instabilité du signal d'horloge reçu. Dans ce cas, la qualité des transmissions peut être fortement affectée.

Selon un aspect de l'invention, le lien de communication synchrone porteur du signal d'horloge reconstruit par paquets appartient à un groupe comprenant un lien de type SDH et un lien de type PDH et ledit message est transmis dans un canal de communication de type SSM.

Selon un autre aspect de l'invention, le lien de communication synchrone porteur du signal d'horloge reconstruit par paquets est un lien de type Ethernet synchronisé et ledit message est transmis dans un paquet de données dédié via un canal de communication de type ESMC (Ethernet Synchronization Messaging Channel).

Selon un aspect de l'invention, un tel procédé de transmission est mis en œuvre par un dispositif de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge sur un lien de communication synchrone d'un réseau de télécommunications, ledit signal d'horloge ayant été reconstruit par un dispositif de récupération d'horloge dudit réseau sur réception de paquets de synchronisation par l'intermédiaire d'au moins un lien de communication asynchrone.

Selon l'invention, un tel dispositif comprend les moyens suivants :

- obtention d'un niveau de stabilité du signal d'horloge reconstruit à partir d'informations relatives à un état de fonctionnement dudit dispositif de récupération d'horloge; et

- émission d'un message comprenant ledit niveau de stabilité sur le lien de communication synchrone, à destination d'un équipement de télécommunications client d'un signal d'horloge.

Dans un mode particulier de réalisation, les différentes étapes des procédés de transmission sont déterminées par des instructions de programmes d'ordinateurs.

En conséquence, l'invention vise aussi un programme d'ordinateur sur un support d'informations, ce programme étant susceptible d'être mis en œuvre dans un dispositif de transmission ou plus généralement dans un ordinateur, ce programme comportant des instructions adaptées à la mise en œuvre des étapes d'un procédé de transmission tel que décrit ci-dessus.

Ce programme peut 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.

L'invention vise aussi un support d'informations lisible par un ordinateur, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus.

Le support d'informations peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le 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, par exemple une disquette (floppy disc) ou un disque dur.

D'autre part, le 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. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet.

Alternativement, le support d'informations peut être un circuit intégré, par exemple un élément matériel (ou hardware) de type FPGA (Field Programmable Gate Arrays) dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

De façon avantageuse, le dispositif de transmission d'un niveau de stabilité du signal d'horloge reconstruit selon l'invention peut être intégré dans un équipement réseau.

L'invention concerne donc aussi un équipement noeud d'un réseau de
5 télécommunications relié à un équipement de télécommunications client d'un signal d'horloge par un lien de communications synchrone, ledit équipement noeud comprenant un dispositif de récupération d'horloge apte à reconstruire un signal d'horloge à partir de la réception de paquets de synchronisation sur un lien de communication asynchrone et des moyens de transmission du signal d'horloge
10 reconstruit audit équipement de télécommunications sur ledit lien de communication synchrone.

Selon l'invention, ledit équipement réseau comprend en outre un dispositif de transmission d'un message comprenant un niveau de stabilité du signal d'horloge reconstruit et transmis sur le lien de communication synchrone selon l'invention et tel
15 que décrit précédemment.

L'invention concerne aussi un procédé de réception d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge, ledit niveau de stabilité étant transmis dans un message sur un lien de communications synchrone d'un réseau de télécommunications, ledit lien synchrone étant porteur d'un signal d'horloge à un équipement de télécommunications client d'un
20 signal dudit signal d'horloge, ledit signal d'horloge ayant été préalablement reconstruit par un dispositif de récupération d'horloge à partir de la réception de paquets de synchronisation par l'intermédiaire d'un lien de communication asynchrone dudit réseau.

Selon l'invention, un tel procédé de réception est particulier en ce qu'il met en œuvre,
25 sur réception dudit message, les étapes suivantes :

- extraction du niveau de stabilité dudit message;
- prise de décision relative à une utilisation du signal d'horloge par ledit équipement de télécommunications au moins en fonction du niveau de stabilité extrait.

Ainsi, le message comprenant un niveau de stabilité du signal d'horloge permet
30 de protéger le fonctionnement de l'équipement de télécommunications contre un

potentiel dysfonctionnement provoqué par l'instabilité du signal d'horloge reçu sur le lien synchrone.

Avantageusement, le procédé selon l'invention peut être mis en œuvre par un dispositif de réception d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge, ledit niveau de stabilité étant transmis dans un message sur un lien de communications synchrone d'un réseau de télécommunications, ledit lien étant porteur d'un signal d'horloge à un équipement de télécommunications client d'un signal d'horloge, ledit signal d'horloge ayant été préalablement reconstruit par un dispositif de récupération d'horloge sur réception de paquets de synchronisation par l'intermédiaire d'un lien de communication asynchrone dudit réseau, caractérisé en ce qu'il est apte à mettre en œuvre, sur réception dudit message, les moyens suivants :

- extraction du niveau de stabilité dudit message;
- prise décision relative à une utilisation du signal d'horloge par ledit équipement de télécommunications au moins en fonction du niveau de stabilité extrait.

15

Selon un aspect de l'invention, un tel dispositif peut être intégré dans un équipement de télécommunications.

L'invention concerne aussi un équipement de télécommunications client d'un signal d'horloge et relié à un équipement nœud d'un réseau de télécommunications par un lien de communications synchrone, ledit équipement de télécommunications comprenant des moyens de réception d'un signal d'horloge transmis sur ledit lien, ledit signal d'horloge ayant été préalablement reconstruit par un dispositif de récupération d'horloge sur réception de paquets de synchronisation par l'intermédiaire un lien de communication asynchrone. Selon l'invention, un tel équipement est caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de réception d'un message comprenant un niveau de stabilité du signal d'horloge selon l'invention et tel que précédemment décrit.

L'invention concerne enfin un système de synchronisation d'un équipement de télécommunications client d'un signal d'horloge, ledit système comprenant un équipement réseau d'un réseau de télécommunications relié audit équipement de télécommunications par un lien de communications synchrone, ledit équipement

réseau comprenant un dispositif de récupération d'horloge apte à reconstruire un signal d'horloge sur réception de paquets de synchronisation sur un lien de communication asynchrone et des moyens de transmission du signal d'horloge reconstruit audit équipement de télécommunications sur le lien de communication synchrone.

Selon l'invention, ledit équipement réseau comprend un dispositif de transmission d'un message comprenant un niveau de stabilité du signal d'horloge reconstruit et transmis sur le lien de communication synchrone tel que décrit précédemment et ledit équipement de télécommunication comprend un dispositif de réception d'un message comprenant un niveau de stabilité du signal d'horloge reçu tel que décrit précédemment.

L'invention permet donc de rendre plus fiable la synchronisation de l'équipement de télécommunications client d'un signal d'horloge lorsqu'une partie des liens de communications du réseau de télécommunications est asynchrone et ne garantit pas en permanence la transmission d'un signal d'horloge stable. Avec l'invention, l'équipement de télécommunications est informé du niveau de stabilité courant du signal d'horloge qu'il reçoit et peut décider de l'utiliser ou non, en fonction de ses propres contraintes de fonctionnement, ou des contraintes de fonctionnement de l'équipement client qu'il dessert.

Liste des figures

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- la **figure 1** présente de façon schématique un réseau de télécommunications porteur d'un signal d'horloge à destination d'un équipement de télécommunications client d'un signal de synchronisation selon l'art antérieur;
- la **figure 2** présente de façon schématique un réseau de télécommunications sur lequel sont transportés des paquets de synchronisation à destination d'un

- équipement de télécommunications selon l'invention;
- la **figure 3** présente les étapes d'un procédé de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge selon l'invention;
 - la **figure 4** présente un équipement réseau esclave comprenant un dispositif de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge selon l'invention, dans son environnement;
 - la **figure 5** présente un équipement de télécommunications comprenant un dispositif de réception d'un message comprenant un niveau de stabilité d'un signal d'horloge selon l'invention, dans son environnement; et
 - la **figure 6** présente les étapes d'un procédé de réception d'un message comprenant un niveau de stabilité d'un signal de synchronisation selon l'invention.

Description d'un mode de réalisation particulier de l'invention

Le principe général de l'invention repose sur la génération d'un message comprenant un niveau de stabilité d'un signal d'horloge reconstruit à partir de la réception de paquets de synchronisation en provenance d'un lien asynchrone et sur l'émission de ce message sur un lien synchrone porteur du signal d'horloge reconstruit, à un équipement de télécommunications client d'un signal de synchronisation.

On présente en relation avec la **figure 1** un équipement réseau 100 d'un réseau de télécommunications, appelé aussi équipement maître, apte à récupérer un rythme de synchronisation d'un premier signal d'horloge S1 porté par un premier lien synchrone. On suppose que ce premier signal d'horloge S1 provient à l'origine d'une horloge de référence ou PRC (*Primary Reference Clock*), de type horloge Césium, par exemple. On dit aussi que le signal d'horloge S1 est "traçable" à une PRC.

On notera que le signal d'horloge S1 peut être aussi porteur de données.

On considère maintenant que l'équipement réseau maître 100 est relié à un équipement esclave 300 par au moins un lien synchrone 200.

Pour transmettre le rythme de synchronisation porté par le signal d'horloge S1, l'équipement maître 100 réinjecte le rythme de synchronisation récupéré sur la couche

physique du lien de communications synchrone 200 à destination de l'équipement esclave 300 sous la forme d'un signal d'horloge S2. Le lien de communications synchrone 200 peut être formé d'une pluralité de liens synchrones reliés entre eux par des équipements nœuds. Dans ce cas, le signal de synchronisation est reçu du nœud
5 amont de chaque équipement nœud (non représenté), situé sur ce lien entre l'équipement maître 100 et l'équipement esclave 300, et retransmis à l'équipement nœud aval. Le transport du rythme de référence se fait lien par lien et au niveau physique. On notera que le signal S2 peut être porteur de données.

 L'équipement réseau esclave 300 reçoit finalement en entrée le signal S2, en
10 extrait à son tour le rythme d'horloge et le réinjecte sous la forme d'un signal d'horloge S4 dans le lien synchrone 400 à destination d'un équipement de télécommunications 500.

 L'équipement de télécommunications reçoit le signal S4. De façon connue, il est apte à en extraire le rythme d'horloge et à l'utiliser pour son propre fonctionnement, ou
15 pour le transmettre à nouveau vers l'équipement client qui en a effectivement besoin. Lorsque l'équipement de télécommunications 500 reçoit le rythme d'horloge de l'équipement réseau esclave 300 dans un environnement réseau tel que celui décrit en relation avec la **figure 1**, l'équipement de télécommunications client d'un signal de synchronisation 500 dispose de moyens pour évaluer une qualité du rythme de
20 synchronisation qui lui est fourni. Le signal d'horloge peut en effet être accompagné d'un message comprenant une indication de traçabilité du signal d'horloge transmis par rapport à une horloge de référence. Un spécialiste dans le domaine de la synchronisation d'équipement réseau considère qu'une telle notion de traçabilité qualifie une qualité de l'horloge de référence à l'origine du rythme de synchronisation
25 transmis. En effet, certaines horloges (oscillateurs) sont plus résistantes que d'autres à la dérive à long terme. Par conséquent, la notion de traçabilité renseigne aussi sur une qualité à long terme du rythme d'horloge transmis, que l'on nomme également exactitude du rythme d'horloge reçu.

 De telles indications de qualité du signal de synchronisation peuvent être
30 adressées à l'équipement de télécommunications 500 selon un code normalisé, tel que

le codage SSM (Synchronization Status Message) défini dans le standard ITU-T G.781 dans le cas de signaux TDM (*Time Division Multiplexing*) de type SDH ou PDH (le code de SSM est contenu dans les entêtes des trames SDH par exemple) sur des liens de communications synchrones tels que les liens 200 et 400. Un tel codage prévoit en particulier les valeurs suivantes de niveau de qualité QL (*Quality Level*) pour qualifier la source du signal de synchronisation fourni :

- le code 0010 signifie que la source est une horloge de référence PRC, selon la recommandation ITU-T G.811;
- le code 0100 signifie que la source est une horloge de référence SSU-A de type I ou V selon la recommandation ITU-T G.812;
- le code 1000 signifie que la source est une horloge de référence SSU-B de type VI selon la recommandation ITU-T G.812;
- le code 1011 signifie que la source est une horloge de référence de type SEC (SDH Equipment Clock) selon la recommandation ITU-T G.813, qui correspond aux caractéristiques d'une horloge embarquée dans des équipements de type SDH. Généralement, dans un réseau SDH, la valeur de SSM correspondant à G.813 est reçue lorsqu'un équipement SDH impliqué dans la chaîne de synchronisation a perdu toute référence externe de synchronisation et a basculé sur son horloge interne. On dit qu'il s'est placé en situation de holdover;
- le code 1111 signifie que le signal de synchronisation qui transporte ce code SSM ne doit pas être utilisé par l'équipement de télécommunications 500, au risque de créer une boucle de synchronisation.

En outre, des normes réseau ont été définies pour garantir une stabilité à court et moyen termes du signal de synchronisation fourni. Ainsi, lorsque les conditions de transport du signal de synchronisation définies par ces normes sont remplies tout le long du trajet, l'équipement de télécommunications 500 est garanti de recevoir un signal de synchronisation stable et traçable à la référence indiquée par le code SSM.

Dans le cas de l'Ethernet synchronisé, le mécanisme de message par code SSM est transposé sur un canal de communication de type ESMC (Ethernet Synchronization Messaging Channel).

5 On présente maintenant, en relation avec la **figure 2**, le cas où un équipement réseau maître 100' est relié à un équipement esclave 300' par un lien de communication asynchrone 200', qui n'est pas porteur de rythme sur sa couche physique et qui n'assure pas de transparence à la synchronisation des signaux de données qu'il transporte. On notera qu'un tel lien de communication peut aussi
10 comprendre des équipements nœuds reliés entre eux par des liens asynchrones.

 Pour transmettre le rythme de synchronisation porté par le signal d'horloge S1, l'équipement maître 100' met en œuvre, de façon connue, une fonction de traduction ou IWF (*Interworking Function*) du rythme de synchronisation porté par le signal d'horloge S1 en un rythme de synchronisation correspondant à l'émission de paquets
15 de synchronisation parmi des paquets de données P2 sur le lien de communications asynchrone 200'. Il existe plusieurs techniques connues pour transmettre un rythme de synchronisation à l'aide de paquets de synchronisation.

 La récupération de la référence de synchronisation par l'équipement esclave peut notamment se faire de deux façons : soit directement à partir du rythme de
20 réception des paquets de synchronisation, lorsque le rythme de ceux-ci a été généré à partir du rythme de référence de l'équipement maître, soit à partir d'informations contenues dans les paquets de synchronisation (généralement, des estampilles temporelles) et de l'instant de réception de chaque paquet de synchronisation.

25 On notera que les paquets transportant la synchronisation peuvent être les mêmes que ceux transportant les données utilisateurs, ou bien des paquets dédiés à la synchronisation ne transportant pas de données utilisateurs. Ainsi, l'ensemble des paquets émis sur les liens asynchrones ne sont pas nécessairement utiles pour récupérer l'horloge.

En d'autres termes, il réalise une synchronisation en mode paquets du lien 200', selon laquelle le rythme de synchronisation est transporté à un niveau "protocolaire", typiquement sur la couche 2 ou 3 du modèle OSI.

Un équipement réseau esclave 300' reçoit en entrée les paquets de synchronisation. De façon connue, l'équipement réseau esclave 300' comprend un dispositif de récupération d'horloge apte à reconstruire un rythme de synchronisation sur réception des paquets de synchronisation. Un tel dispositif acquiert des paquets de synchronisation pendant une période d'acquisition, filtre les données relatives à la synchronisation, et les utilise pour asservir un oscillateur interne, et reconstruire le rythme de synchronisation émis par l'équipement maître 100'.

Généralement, le dispositif de récupération d'horloge est en particulier capable de détecter un changement dans la réception des paquets de synchronisation, tel que, par exemple, un changement par rapport à la distribution estimée des délais de traversée du réseau par les paquets de synchronisation, et sur détection de ce changement, qui rend la valeur d'asservissement de l'horloge interne inopérante, de décider d'une nouvelle période d'acquisition et de filtrage des paquets de synchronisation.

Autrement dit, le dispositif de récupération d'horloge peut passer d'un état "stable" dans lequel son horloge de référence interne est supposée être correctement asservie, à un état "instable", dans lequel il met par exemple en œuvre une nouvelle période d'acquisition pour récupérer et filtrer de nouvelles données en vue de déterminer une nouvelle valeur d'asservissement de son oscillateur interne qui soit plus adaptée.

L'équipement réseau esclave 300' est ensuite apte à réinjecter le rythme d'horloge ainsi reconstruit pour générer le rythme porté par la couche physique du lien de communications synchrone 400' pour transporter des données utiles DU dans un signal S4' à destination d'un équipement de télécommunications 500'.

L'équipement de télécommunications reçoit le signal S4'. De façon connue, il est apte à en extraire le rythme de synchronisation et à l'utiliser pour son propre

fonctionnement. Toutefois, la qualité, en particulier la stabilité du rythme de synchronisation, ainsi extrait n'est cette fois pas garantie.

En effet, il n'a pas été possible jusqu'à ce jour de définir des normes réseau qui garantissent un niveau de qualité de transmission constant des paquets de synchronisation sur le lien asynchrone 200'.

Par conséquent, en supposant que l'information de traçabilité du signal de synchronisation transmis par l'équipement réseau esclave 300' soit envoyée à l'équipement de télécommunications 500', cette information n'est pas suffisante pour garantir la stabilité à court et moyen termes de ce signal.

Le procédé de transmission d'un message comprenant un niveau de stabilité du signal d'horloge selon l'invention vient apporter une amélioration à cette situation. Il va maintenant être décrit en relation avec la **figure 3**. Un tel procédé est mis en œuvre suite à la récupération d'un signal d'horloge à partir des paquets de synchronisation parmi les paquets de données P2 et reçus par l'équipement réseau esclave 300'. Il comprend une première étape E1 d'obtention d'un niveau de stabilité SL du signal de synchronisation reconstruit à partir d'informations IST relatives à un état de fonctionnement dudit dispositif de récupération d'horloge. Par exemple, si les états de fonctionnement du dispositif de récupération d'horloge indiquent que l'esclave est dans une phase d'acquisition et de filtrage des paquets de synchronisation reçus, il est probable que le signal reconstruit à cet instant par le dispositif soit relativement instable, et dans ce cas le niveau de stabilité SL obtenu indiquera cette instabilité. A l'inverse, si les états de fonctionnement du dispositif de récupération d'horloge indiquent que l'esclave est correctement verrouillé sur l'horloge délivrée par la maitre, et que le filtrage qu'il opère actuellement sur les paquets de synchronisation est efficace, alors il est probable que le signal reconstruit à cet instant par le dispositif soit relativement stable, et dans ce cas le niveau de stabilité SL obtenu indiquera cette stabilité.

Dans une deuxième étape E2, un message SLM comprenant le niveau de stabilité obtenu est transmis sur le lien de communication synchrone 400', à destination de l'équipement de télécommunications 500'. A titre d'exemple, les codes SSM décrits précédemment peuvent être avantageusement étendus pour coder les niveaux de

stabilité obtenus à partir des informations IST. En effet, certaines combinaisons de 4 bits ne sont pas utilisées par les codes SSM actuels et pourraient servir à définir les niveaux de stabilités prévus par l'invention.

Selon une variante, la sémantique des codes SSM actuels est étendue pour y
5 inclure la notion de stabilité en plus de celle de traçabilité. Par exemple, le code DNU, initialement prévu dans la norme G.781 pour éviter la création de boucles de synchronisation, en particulier dans un réseau en anneau, pourrait représenter un niveau de stabilité très médiocre et indiquer à l'équipement client que le signal d'horloge reconstruit ne doit pas être utilisé. Le code G.811 pourrait quant à lui indiquer
10 un signal stable qui peut être utilisé.

Selon un mode de réalisation de l'invention, un tel procédé peut être mis en œuvre par un dispositif de transmission d'un message représentatif d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge selon l'invention.

Un tel dispositif peut être interne ou externe à l'équipement esclave 300.

15 Dans l'exemple qui va être maintenant décrit en relation avec la **figure 4**, le dispositif de transmission d'un message 310' comprenant un niveau de stabilité d'un signal d'horloge reconstruit selon l'invention est interne à un équipement réseau esclave 300'. L'équipement réseau esclave 300' comprend en outre un dispositif de récupération d'horloge 320' apte à recevoir en entrée les paquets de synchronisation
20 parmi les paquets de données P2 et à fournir en sortie un rythme d'horloge RC reconstruit et des informations sur son état de fonctionnement IST. Le dispositif 310' selon l'invention reçoit les informations IST et fournit en sortie un message SLM représentatif d'un niveau de stabilité SL du signal d'horloge RC.

On notera que, comme indiqué par la flèche pointillée 311', les informations IST
25 relatives au fonctionnement du dispositif 320' peuvent être obtenues auprès d'un dispositif externe, par exemple l'équipement maître 200' lorsque ce dernier est apte à recevoir des paquets de synchronisation émis au rythme d'horloge reconstruit, sur un canal retour, ou encore un équipement sonde (non représenté).

L'équipement réseau esclave 300' comprend également un dispositif de récupération des données utiles 330' aptes à recevoir en entrée les paquets de données P2 et à fournir en sortie les données utiles DU.

5 Le dispositif 310' comprend les éléments matériels que l'on retrouve classiquement dans un ordinateur conventionnel ou un équipement réseau, à savoir un processeur 310'₁, une mémoire vive de type RAM 310'₂, une mémoire morte de type ROM 310'₃, des moyens 310'₄ de télécommunications avec le lien de communications asynchrone 200' et des moyens 310'₅ de télécommunications avec le lien de communications synchrone 400'.

10 La mémoire morte 310'₃ constitue un support d'enregistrement conforme à l'invention. Ce support mémorise le programme d'ordinateur conforme à l'invention. Ce programme comporte des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge conforme à l'invention qui vient d'être décrit en référence à la **figure 3**.

15 Le signal ou rythme d'horloge RC, les données utiles DU extraites par le dispositif 330' et le message SLM comprenant le niveau de stabilité fourni par le dispositif 310' selon l'invention sont reçus en entrée d'un dispositif 340' aptes à les réinjecter sur le lien de communication synchrone 400' de la façon suivante :

- le rythme d'horloge est utilisé pour générer le rythme de couche physique porteuse des données utiles DU à transmettre sur le lien synchrone 400' sous forme d'un signal S4';
- le message SLM comprenant un niveau de stabilité du rythme d'horloge RC est inséré dans les données utiles DU. A titre d'exemple, il peut être placé dans un en-tête de trame SDH ou PDH, comme le sont généralement les codes SSM. De façon alternative, il peut être inséré dans un paquet IP, ou encore dans un message contenu dans le canal ESMC en cas de lien Synchronous Ethernet

25 Dans l'exemple qui va être maintenant décrit en relation avec la **figure 5**, l'équipement de télécommunications 500' comprend des moyens 520' de récupération du signal d'horloge CS et des moyens 530' d'extraction des données utiles DU et,

parmi lesdites données, du message SLM comprenant un niveau de stabilité du signal d'horloge.

Le procédé de réception d'un message comprenant un niveau de stabilité d'un signal d'horloge reconstruit conforme à l'invention est ensuite mis en œuvre, sur
5 réception du message SLM. En relation avec la **figure 6**, il comprend une étape R1 d'extraction du niveau de stabilité SL du message SLM et une étape R2 de prise de décision DC relative à une utilisation du signal d'horloge par ledit équipement de télécommunications au moins en fonction du niveau de stabilité SL extrait. De façon
avantageuse, une telle étape peut en outre prendre en compte des contraintes propres
10 à une fonction exécutée par ledit équipement de télécommunication 500'.

Dans l'exemple de la **figure 5**, un tel procédé de réception est mis en œuvre par un dispositif 510' de réception d'un message comprenant un niveau de stabilité d'un signal d'horloge selon l'invention. Le dispositif 510' comprend les éléments matériels que l'on retrouve classiquement dans un ordinateur conventionnel ou un
15 équipement réseau, à savoir un processeur 510'₁, une mémoire vive de type RAM 510'₂, une mémoire morte de type ROM 510'₃ et des moyens 510'₄ de télécommunications avec le lien de communications synchrone 400'.

La mémoire morte 510'₃ constitue un support d'enregistrement conforme à l'invention. Ce support mémorise le programme d'ordinateur conforme à l'invention. Ce
20 programme comporte des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de réception d'un message comprenant un niveau de stabilité d'un signal d'horloge conforme à l'invention qui vient d'être décrit en référence à la **figure 6**.

L'équipement de télécommunications 500' selon l'invention comprend enfin des moyens 540' d'exécution d'une fonction ou d'un service FNC. A titre d'exemple, si
25 l'équipement 500' est une station de base, cette fonction FNC peut consister à utiliser le rythme CS reçu pour générer la fréquence radio de l'équipement, laquelle permet de transmettre et de recevoir des données vers des téléphones mobiles. De tels moyens ont généralement besoin de recevoir en entrée le rythme d'horloge RC récupéré sur le lien synchrone et, éventuellement les données utiles DU transportées sur le lien 400'.
30 Selon l'invention, ils peuvent prendre en compte la décision DC prise par le dispositif

de réception d'un message comprenant un niveau de stabilité du rythme d'horloge porté par le lien de communications 400'. Si la décision DC est une décision de non-utilisation du rythme RC, l'équipement de télécommunications pourra déclencher un mode de fonctionnement appelé "hold-over", selon lequel il utilise une référence de

5 rythme interne pour exécuter la fonction FNC.

REVENDICATIONS

1. Procédé de transmission d'un niveau de stabilité (SL) d'un signal d'horloge (S4') sur un lien de communication synchrone (400') d'un réseau de télécommunications (1'), ledit signal d'horloge ayant été reconstruit par un dispositif de récupération d'horloge (320') dudit réseau sur réception de paquets de synchronisation (P2) par l'intermédiaire d'au moins un lien de communication asynchrone (200'), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- obtention (E1) d'un niveau de stabilité (SL) du signal d'horloge reconstruit à partir d'informations (IST) relatives à un état de fonctionnement dudit dispositif de récupération d'horloge; et
 - émission (E2) d'un message (SLM) comprenant ledit niveau de stabilité sur le lien de communication synchrone (400') à destination d'un équipement (500') de télécommunications client du signal d'horloge.
2. Procédé de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit niveau de stabilité peut prendre au moins une valeur correspondant à un signal d'horloge apte à être utilisé par l'équipement de télécommunications et une deuxième valeur correspondant à un signal d'horloge inapte à être utilisé par l'équipement de télécommunications client du signal d'horloge.
3. Procédé de transmission d'un niveau de stabilité selon la revendication 1, caractérisé en ce que le lien de communication synchrone (400) appartient à un groupe comprenant un lien de type SDH et un lien de type PDH et ledit message est transmis dans un canal de communication de type SSM.
4. Procédé de transmission d'un niveau de stabilité selon la revendication 1, caractérisé en ce que le lien synchrone est un lien de type Ethernet synchronisé et ledit message est transmis dans un canal de communications de type ESMC.
5. Dispositif (310') de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge sur un lien de communication synchrone, ledit signal d'horloge ayant été reconstruit par un dispositif (320') de récupération d'horloge à partir de la réception de paquets de synchronisation (P2) sur un lien de communication asynchrone (200), caractérisé en ce qu'il est apte à mettre en œuvre les moyens suivants :

- obtention d'un niveau de stabilité (SL) du signal d'horloge reconstruit à partir d'informations (IST) relatives à un état de fonctionnement dudit dispositif de récupération d'horloge; et

5 - émission d'un message (SLM) comprenant le niveau de stabilité obtenu sur le lien de communication synchrone, à destination d'un équipement (500') de télécommunications client du signal d'horloge.

6. Procédé de réception d'un niveau de stabilité (SL) d'un signal d'horloge (S4'), ledit niveau de stabilité étant transmis dans un message (SLM) sur un lien synchrone (400') à un équipement de télécommunications (500') client du signal d'horloge, ledit
10 signal d'horloge (S4') ayant été préalablement reconstruit par un dispositif (320') de récupération d'horloge à partir de la réception de paquets de synchronisation (P2) sur un lien de communication asynchrone (200'), caractérisé en ce qu'il met en œuvre, sur réception dudit message, les étapes suivantes :

- extraction (R1) du niveau de stabilité (SL) dudit message (SLM);
15 - prise de décision (R2) relative à une utilisation du signal d'horloge par ledit équipement de télécommunications (500') au moins en fonction du niveau de stabilité extrait.

7. Dispositif (510') de réception d'un niveau de stabilité (SL) d'un signal d'horloge (S4'), ledit niveau de stabilité étant transmis dans un message (SLM) sur un lien
20 synchrone (400) à un équipement de télécommunications (500') client du signal d'horloge, ledit signal d'horloge (S4') ayant été préalablement reconstruit par un dispositif (310') de récupération d'horloge à partir de la réception de paquets (P2) de synchronisation sur un lien de communication asynchrone (200'), caractérisé en ce qu'il est apte à mettre en œuvre, sur réception dudit message, les moyens suivants :

25 - extraction du niveau de stabilité (SL) dudit message (SLM); et
- prise de décision relative à une utilisation du signal d'horloge par ledit équipement de télécommunications au moins en fonction du niveau de stabilité extrait.

8. Équipement (300') nœud d'un réseau de télécommunications (1') relié à un équipement de télécommunications (500') client d'un signal d'horloge (S4') par un lien
30 de communications synchrone (400'), ledit équipement réseau (300') comprenant un

dispositif (320') de récupération d'horloge apte à reconstruire le signal d'horloge (S4') à partir de la réception de paquets (P2) de synchronisation sur un lien de communication asynchrone (200') et des moyens (340') de transmission du signal d'horloge reconstruit audit équipement de télécommunications (500') sur le lien de communication synchrone (400'), caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif (310') de transmission d'un niveau de stabilité (SL) du signal d'horloge reconstruit et transmis sur le lien de communication synchrone (400') selon la revendication 5.

9. Équipement de télécommunications (500') client d'un signal d'horloge (S4') et relié à un équipement réseau (300') par un lien de communications synchrone (400'), comprenant des moyens de réception (520') du signal d'horloge transmis sur ledit lien, ledit signal d'horloge ayant été préalablement reconstruit par un dispositif (320') de récupération d'horloge à partir de la réception de paquets (P2) de synchronisation sur un lien de communication asynchrone (200'), caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (510') de réception d'un message (SLM) comprenant un niveau de stabilité (SL) du signal d'horloge reçu selon la revendication 7.

10. Système de synchronisation (SS') d'un équipement de télécommunications (500') client d'un signal de synchronisation, ledit système comprenant un équipement réseau (300') d'un réseau de télécommunications (1) relié audit équipement de télécommunications par un lien de communications synchrone (400'), ledit équipement réseau comprenant un dispositif de récupération d'horloge (320') apte à reconstruire un signal d'horloge sur réception de paquets de synchronisation (P2) sur un lien de communication asynchrone (200') et des moyens (340') de transmission du signal d'horloge reconstruit audit équipement de télécommunications sur le lien de communication synchrone, caractérisé en ce que :

- ledit équipement réseau (300') comprend en outre un dispositif (310') de transmission d'un message (SLM) comprenant un niveau de stabilité (SL) du signal d'horloge reconstruit et transmis sur le lien de communication synchrone (400') selon la revendication 5; et

- ledit équipement de télécommunications (500') comprend un dispositif de réception (510') d'un niveau (SL) de stabilité du signal d'horloge (S4') reçu selon la revendication

7.

11. Produit programme d'ordinateur téléchargeable depuis un réseau de communication et/ou stocké sur un support lisible par ordinateur et/ou exécutable par un microprocesseur, caractérisé en ce qu'il comprend des instructions de code de programme pour l'exécution du procédé de transmission d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge selon la revendication 1.

12. Produit programme d'ordinateur téléchargeable depuis un réseau de communication et/ou stocké sur un support lisible par ordinateur et/ou exécutable par un microprocesseur, caractérisé en ce qu'il comprend des instructions de code de programme pour l'exécution du procédé de réception d'un niveau de stabilité d'un signal d'horloge selon la revendication 6.

1/3

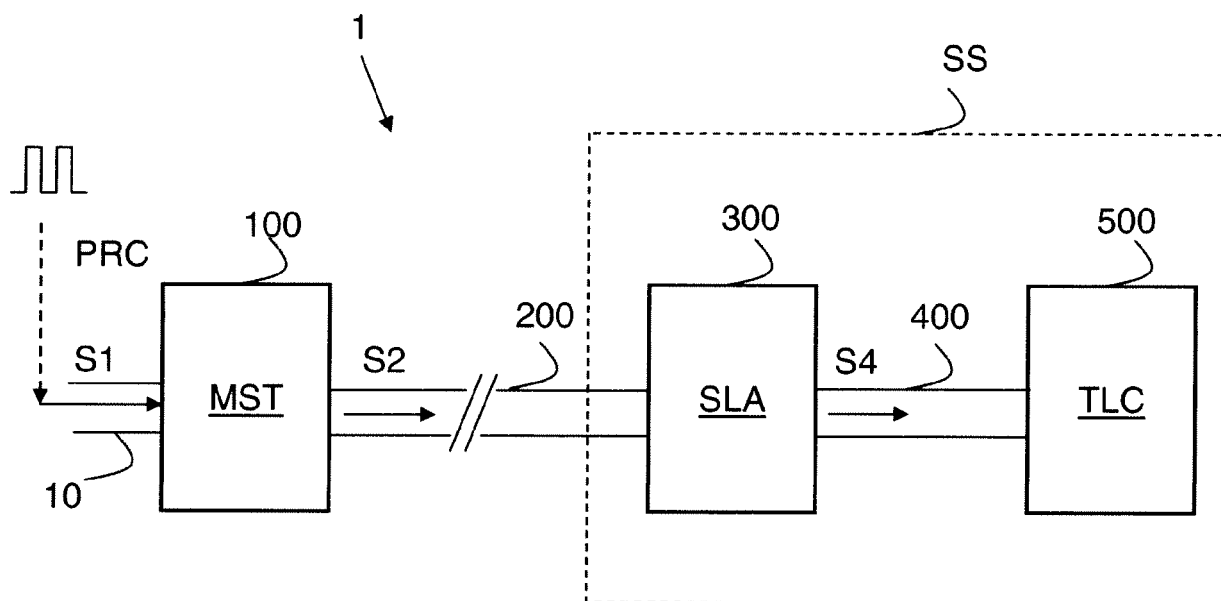


FIG. 1

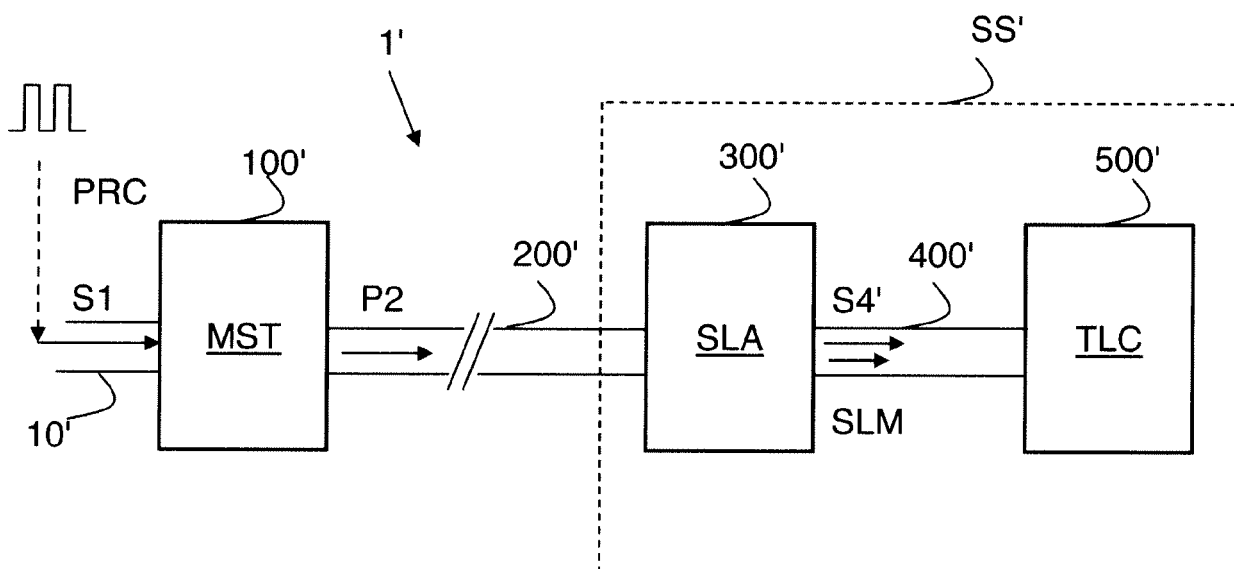


FIG. 2

2/3

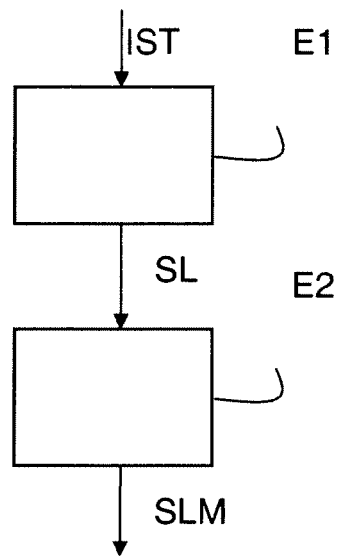


FIG. 3

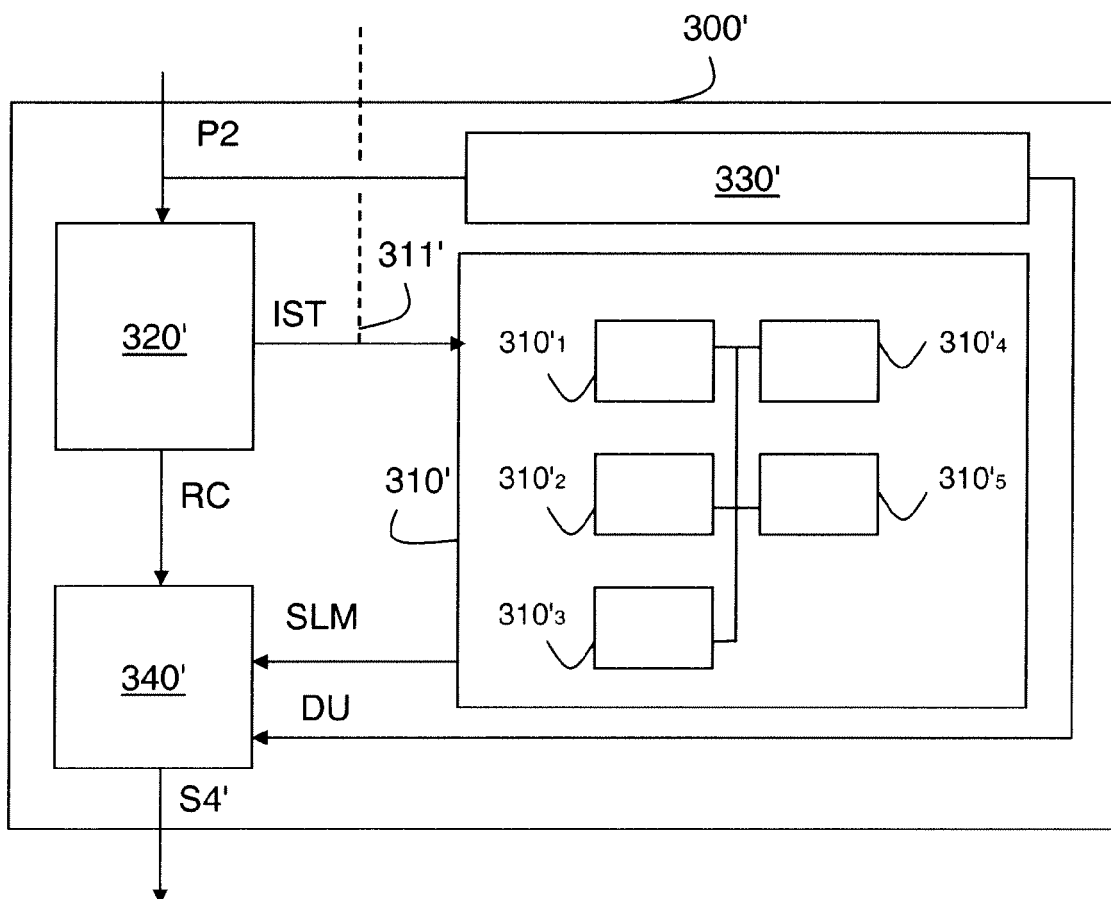


FIG. 4

3/3

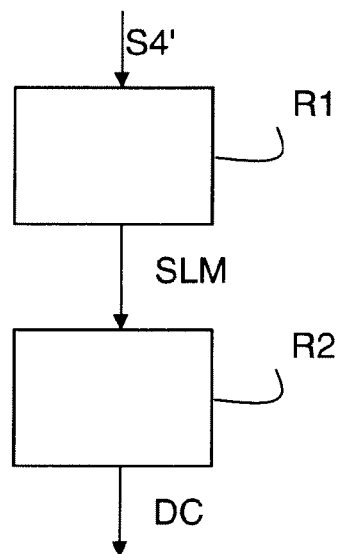


FIG. 6

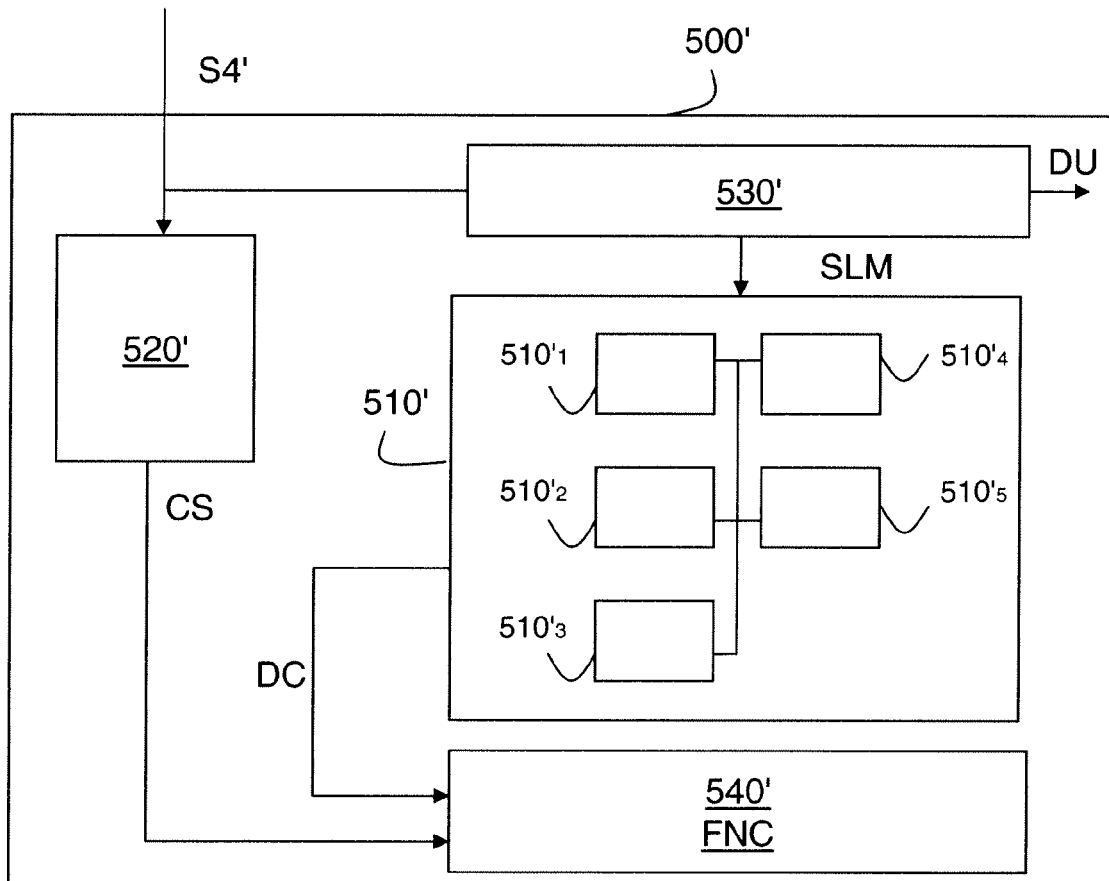


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2009/051686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04J3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 044 092 A (JAYAWARDENA THUSITHA [US] ET AL) 28 March 2000 (2000-03-28) the whole document	1-12
Y	"Network node interface for the synchronous digital hierarchy (SDH); G.707/Y.1322 (10/00)" ITU-T STANDARD SUPERSEDED (S), INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, GENEVA, CH, no. G.707/Y.1322 (10/00), 1 October 2000 (2000-10-01), XP017400836 page 78 - page 85 ----- -/--	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2009

Date of mailing of the international search report

21/12/2009

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moser, Jochen

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2009/051686

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	STEFANO RUFFINI ERICSSON ITALY: "Rec.G.8261 latest draft; TD 296" ITU-T DRAFT STUDY PERIOD 2005-2008, INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, GENEVA ; CH, vol. STUDY GROUP 15, 30 October 2006 (2006-10-30), pages 1-69, XP017411043 page 19 - page 24 page 28 - page 30 page 37 - page 38 page 66 - page 69	1-12
A	US 6 185 247 B1 (WILLIAMS RODGER J [CA] ET AL) 6 February 2001 (2001-02-06) abstract	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2009/051686

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6044092	A	28-03-2000	CA 2236407 A1	11-12-1998
US 6185247	B1	06-02-2001	NONE	

Demande internationale n°

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2009/051686

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	STEFANO RUFFINI ERICSSON ITALY: "Rec.G.8261 latest draft; TD 296" ITU-T DRAFT STUDY PERIOD 2005-2008, INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, GENEVA ; CH, vol. STUDY GROUP 15, 30 octobre 2006 (2006-10-30), pages 1-69, XP017411043 page 19 - page 24 page 28 - page 30 page 37 - page 38 page 66 - page 69	1-12
A	US 6 185 247 B1 (WILLIAMS RODGER J [CA] ET AL) 6 février 2001 (2001-02-06) abrégé	1-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2009/051686

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6044092	A	28-03-2000	CA 2236407 A1	11-12-1998
US 6185247	B1	06-02-2001	AUCUN	