



---

**Publiée :**

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

---

Cette infrastructure comporte un réseau (100, 200) MPLS; des premier et second groupes de points d'accès associés à chaque section de la voie, chaque groupe formant un réseau local relié au réseau; des premier et second modems (22, 42), à bord du train (16), pour la communication avec des points d'accès (20, 40) des premier et second groupes. Le réseau comporte des paires de commutateurs locaux (122, 132), chaque paire étant associée à une section de la voie et comportant un premier, respectivement un second, commutateur local pour la communication avec le premier, respectivement second, groupe de point d'accès de la section associée, et des premier et second commutateurs centraux (112, 114), les commutateurs étant en série les uns des autres et mettant en œuvre un service de définition de chemins entre chaque commutateur central et chaque commutateur local pour que le chemin entre le premier commutateur central et le premier commutateur local d'une paire de commutateurs et le chemin entre le second commutateur central et le second commutateur local de cette paire correspondent à des portions séparées de l'anneau formée par le réseau.

## Infrastructure de radiocommunication pour un système de signalisation ferroviaire du type CBTC

La présente invention concerne une infrastructure de radiocommunication pour un système de signalisation ferroviaire du type CBTC, permettant une communication entre un calculateur au sol et un calculateur embarqué à bord d'un train circulant sur une voie, l'infrastructure de radiocommunication réalisant une redondance de la communication entre le calculateur au sol et le calculateur embarqué, en établissant une première communication le long d'un premier chemin et une seconde communication le long d'un second chemin, l'infrastructure comportant : un réseau de communication ; une première pluralité de points d'accès et une seconde pluralité de points d'accès, disposés le long de la voie et connectés au réseau de communication ; un premier modem, dédié à l'établissement d'une première liaison sans fil avec les premiers points d'accès, et un second modem, dédié à l'établissement d'une seconde liaison sans fil avec les seconds points d'accès, les premier et second modems étant embarqués à bord du train.

Un système de signalisation ferroviaire du type CBTC (selon l'acronyme anglais « Communication Based Train Control », pour « gestion des trains basée sur la communication » en français) est fondé sur la communication en continue entre des calculateurs embarqués à bord des trains circulant sur le réseau ferroviaire et des calculateurs au sol chargés de piloter le trafic.

Le système de signalisation comporte par exemple, au sol, un système ATS (selon l'acronyme anglais « Automatic Train Supervision », pour « supervision automatique des trains » en français) de localisation et de supervision des trains sur le réseau, un système ATC (selon l'acronyme anglais « Automatic Train Control », pour « contrôle automatique des trains » en français) de gestion des trains et de génération des autorisations de mouvement, une autorisation de mouvement étant transmise à un train pour l'autoriser à avancer sur une section suivante du réseau.

Les calculateurs embarqués à bord des trains communiquent avec les calculateurs au sol, par l'intermédiaire d'une infrastructure de radiocommunication, de préférence du type Wi-Fi. Celle-ci comporte une pluralité de points d'accès, répartis le long des voies du réseau ferroviaire, afin d'assurer une couverture continue le long des voies. L'infrastructure comporte une pluralité de réseaux locaux fédérant un groupe de points d'accès situées à proximité les uns des autres, et un réseau de communication (« backbone » en anglais) auquel est connectée chaque réseau local de la pluralité de réseaux locaux.

Physiquement, un tel réseau de communication est déployé le long de la voie.

Le réseau de communication doit répondre à des contraintes fonctionnelles fortes. Il doit notamment être fiable et robuste aux pannes, quel que soit la panne et le lieu de survenue de cette panne le long de la voie, de manière à assurer une communication continue entre le sol et le bord. Par « continue », on entend que toute interruption de la communication bord / sol doit être inférieure à 200 ms.

Pour répondre à ce type de contraintes fonctionnelles, il est classiquement mis en œuvre une redondance physique. Il est ainsi connu de mettre en œuvre deux infrastructures de radiocommunication en parallèle l'une de l'autre, et d'équiper chaque train de manière à ce qu'il comporte un premier moyen d'émission / réception (premier modem), généralement placé en tête de train, propre à établir une liaison temporaire avec les points d'accès de la première infrastructure, et un second moyen d'émission / réception (second modem), généralement placé en queue de train propre à établir une liaison temporaire avec les points d'accès de la seconde infrastructure.

Des duplicateurs de trames, à bord des trains, entre les premier et second modems et le calculateur embarqué et, au sol, entre les première et seconde infrastructures et les calculateurs au sol, permettant la transmission d'une trame de données du sol vers le bord ou du bord vers le sol, via la première infrastructure et via la seconde infrastructure, simultanément.

Les premier et second chemins de communication suivis par une trame de données sont généralement dénommés « rouge » et « bleu » par l'homme du métier.

Par une telle architecture, est garantie qu'en cas de défaillance du réseau de communication d'une infrastructure, la communication bord / sol pourra encore se faire via le réseau de communication de l'autre infrastructure. Plus généralement, même si un chemin de communication dégrade la transmission d'une trame de données, l'autre chemin permettra la communication bord / sol de manière nominale. La probabilité qu'une panne affecte les deux chemins de communication au même instant est faible.

Cette structure de la couche physique permet de garantir la continuité de la communication.

Actuellement, les réseaux de communication déployés sont du type SDH (selon l'acronyme anglais « Synchronous Digital Hierarchy » pour « hiérarchie digitale synchrone » en français) selon la normalisation en vigueur en Europe, qui est équivalente à la normalisation SONET (« Synchronous Optical NETwork ») en vigueur aux Etats-Unis.

Les réseaux de communication du type SDH offrent différents services.

Un réseau SDH est déterministe, permettant de définir précisément des temps de résilience et de latence, ainsi qu'une bande passante.

Un réseau SDH met notamment en œuvre un protocole MS-SP offrant un service de détection de panne et de remise en service automatique permettant de garantir un temps de résilience court entre la détection d'une panne et le retour à l'état normal du réseau. Ce protocole est fondé sur la supervision de données introduites dans la partie 5 d'en-tête des trames SDH. En cas de panne, le temps de résilience est court, ce qui rend ces réseaux de communication particulièrement bien adaptés aux applications de signalisation ferroviaire.

De plus, la bande passante et le temps de latence de ces réseaux sont également garantis par la mise en œuvre d'un mécanisme de multiplexage par division dans le 10 temps (« Time Division Multiplexing »).

Ils offrent également un service permettant de configurer des canaux virtuels et de dédier chaque canal à une application particulière, de manière à garantir une allocation de bande passante fixe à chaque application, en particulier à l'application de signalisation.

Cependant, les procédures d'extension d'un réseau du type SDH sont lourdes. Il 15 est par exemple nécessaire, en cas d'extension du réseau de communication, de reconfigurer la totalité du réseau. Cela nécessite alors de tester à nouveau et intégralement le réseau une fois étendu.

Il n'est en outre pas possible de préparer la configuration hors ligne, sans disposer de la totalité du réseau étendu. La mise en service du réseau étendu prend donc un 20 temps important, pendant lequel le réseau ferroviaire ne peut être exploité.

Il est également nécessaire de déployer une architecture dont la complexité augmente avec la taille du réseau.

Il a donc un besoin de moderniser les réseaux existants tout en conservant l'architecture physique à deux chemins de communication redondants.

25 L'invention a donc pour objet une infrastructure, caractérisé en ce que le réseau de communication est du type MPLS, de préférence du type IP-MPLS, et possède une topologie en anneau, le réseau de communication comportant une pluralité de paires de commutateurs locaux, chaque paire de commutateurs étant associée à une section de la voie et comportant un premier commutateur local dédié à la communication avec le premier groupe de points d'accès associé à ladite section et un second commutateur local dédié à la communication avec le second groupes de points d'accès associé à ladite section ; et des premier et second commutateurs centraux, les commutateurs étant 30 connectés en série les uns aux autres, le calculateur au sol étant relié au commutateur central, et chaque commutateur met en œuvre un service de définition de chemins, un service de détection de panne, et un service de reconfiguration, le service de définition de chemin permettant de prédéfinir des chemins de communication entre deux 35

commutateurs de chaque doublet de commutateurs constitué d'un commutateur central et d'un commutateur local, de sorte que le chemin entre le premier commutateur central et le premier commutateur local d'une paire de commutateurs et le chemin entre le second commutateur central et le second commutateur local de ladite paire de commutateurs s'effectuent le long de portions séparées de l'anneau formée par le réseau.

Suivant des modes particuliers de réalisation, l'infrastructure comporte une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes les combinaisons techniquement possibles :

- ladite infrastructure comporte une pluralité de secteurs, chaque secteur comportant un réseau de communication agrégeant les réseaux locaux d'une pluralité de sections ;

- le ou chaque commutateur central de chaque réseau de communication constitue un nœud d'un réseau de communication chapeau du type MPLS, ayant également une topologie en anneau ;

- les premier et second commutateurs centraux d'un réseau de communication sont intégrés dans un commutateur électrique intégré ;

- les premiers commutateurs locaux et les seconds commutateurs locaux d'un réseau de communication sont placés en alternance au sein dudit réseau ;

- ladite infrastructure comporte une interface d'administration ;

- ladite infrastructure met en œuvre un service de priorité / ségrégation permettant la communication, sur le ou chaque réseau de communication, de données d'application de signalisation et de données d'autres types d'applications ;

- chaque commutateur met en œuvre un service de configuration de chemins SDP permettant de configurer des liaisons tunnel entre deux commutateurs d'un même réseau de l'infrastructure ;

- la valeur « Spoke SDP » est attribuée à chaque liaison entre un commutateur local et un commutateur central d'un réseau d'agrégation et la valeur « Mesh SDP » est attribuée à chaque liaison tunnel sur le réseau chapeau entre un commutateur central d'un secteur et un commutateur central d'un autre secteur.

L'invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description détaillée qui va suivre d'un mode de réalisation particulier, donné uniquement à titre d'exemple non limitatif, la description étant faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- La figure 1 est une représentation schématique d'une infrastructure selon l'invention ; et,

- La figure 2 est une représentation schématique d'un commutateur de l'infrastructure de la figure 1, mettant en œuvre une pluralité de services.

L'infrastructure selon l'invention met en œuvre un réseau de communication du type MPLS, en particulier du type IP-MPLS. Des réseaux IP-MPLS sont connus. 5 Cependant, un réseau IP-MPLS n'est pas déterministe contrairement à un réseau SDH.

Avec un réseau IP-MPLS il n'est a priori pas possible de garantir un temps de résilience après la survenue d'une panne.

Il n'est donc pas évident de mettre en œuvre un réseau IP-MPLS pour une application de signalisation ferroviaire, qui nécessite de garantir la bande passante, le 10 temps de latence et le temps de résilience pour respecter la contrainte de continuité de la communication bord / sol.

L'utilisation d'un réseau IP-MPLS n'est possible dans une application de signalisation qu'à condition de configurer très spécifiquement les couches physique et logique du réseau IP-MPLS mis en œuvre.

15

Est représenté de manière schématique sur la figure 1 une infrastructure de radiocommunication 10 pour un système de signalisation ferroviaire du type CBTC.

Sur la figure 1, un réseau ferroviaire est représenté schématiquement par une voie, référencée de manière générale par le chiffre 2.

20

La voie 2 est subdivisée en une pluralité de sections successives 4, 5, 6 et 7.

L'infrastructure 10 permet une communication entre des calculateurs au sol 12 et 13, et un calculateur embarqué, tel que le calculateur 14 embarqué à bord du train 16 circulant sur la voie 2.

25

Les calculateurs au sol 12 et 13 exécutent par exemple une application de signalisation ATC («Automatic Train Control »).

L'infrastructure 10 réalise une redondance de la communication entre les calculateurs au sol 12 et 13 et le calculateur embarqué 14, en établissant une première communication le long d'un premier chemin et, en parallèle, une seconde communication le long d'un second chemin.

30

L'adjectif « bleu » sera par la suite utilisé pour qualifier les composants de l'infrastructure 10 constituant le premier chemin de communication, et l'adjectif « rouge », pour qualifier les composants de l'infrastructure 10 constituant le second chemin de communication, conformément à l'usage dans ce domaine technique.

35

L'infrastructure 10 comporte une pluralité de points d'accès bleus 20 et une pluralité de points d'accès rouges 40.

Un point d'accès permet l'établissement d'une liaison sans fil avec un module d'émission / réception, ou modem, adapté. De préférence, cette liaison sans fil respecte le protocole Wi-Fi. La portée d'un point d'accès Wi-Fi étant courte, les points d'accès sont placés à proximité immédiate de la voie 2.

5 La pluralité de points d'accès bleus 20 est subdivisée en groupes de points d'accès bleus 24, 25, 26 et 27, chaque groupe étant associé à un secteur de la voie 2.

Les points d'accès bleus d'un même groupe permettent de définir une couverture radioélectrique continue le long du secteur correspondant. Les couvertures de deux groupes de points d'accès bleus, associés à des secteurs voisins, se recouvrent 10 partiellement afin de garantir la continuité de la communication le long du chemin bleu, lorsque le train 16 franchit la frontière entre deux secteurs.

Les points d'accès bleus 20 d'un même groupe sont connectés à un réseau de communication local bleu, du type LAN (« Local Area Network »).

15 Une description similaire pourrait être faite pour la pluralité de points d'accès rouges 30, qui est subdivisée en groupes de points d'accès rouges 44, 45, 46 et 47, chaque groupe étant associé à un secteur de la voie 2. Les points d'accès rouges 40 d'un même groupe sont connectés à un réseau de communication local rouge, du type LAN.

L'infrastructure 10 comporte, à bord de chaque train 16, circulant sur la voie 2, un 20 modem bleu 22 ou modem rouge 42.

Le modem bleu 22 est dédié à l'établissement d'une première liaison sans fil Wi-Fi avec les points d'accès bleus 20, tandis que le modem rouge 42 est dédié à 25 rétablissement d'une seconde liaison sans fil Wi-Fi avec les points d'accès rouges 40.

Le calculateur embarqué 14 comporte un duplicateur de trames 15 qui a pour fonction de dupliquer les trames émises par le calculateur embarqué 14 vers un 30 calculateur au sol, 12 ou 13, pour que soient transmises sur l'infrastructure 10 une trame bleue sur un chemin bleu et une trame rouge sur un chemin rouge.

Au sol, l'infrastructure 10 comporte un niveau hiérarchique inférieur comportant des premier et second réseaux de communication 100 et 200, et un niveau hiérarchique 30 supérieur comportant un troisième réseau de communication 300, ou réseau chapeau.

Les premier et second réseaux de communication 100 et 200 sont identiques entre eux.

Le premier réseau 100 permet l'agrégation des réseaux locaux bleus et rouges des sections 4 et 5, de manière à définir un premier secteur 101 dans l'infrastructure 10, 35 tandis que le second réseau 200 permet l'agrégation les réseaux locaux bleus et rouges des sections 6 et 7, de manière à définir un second secteur 201 dans l'infrastructure 10.

Le premier réseau 100 est du type IP-MPLS.

Le premier réseau 100 est constitué de nœuds et de liens entre nœuds. Le premier réseau 100 présente une topologie spécifique formant un unique anneau refermé sur lui-même. Ainsi, chaque nœud du réseau est connecté en série à deux nœuds voisins.

Un nœud du réseau 100 est constitué d'un commutateur MPLS.

Un commutateur (« switch » en anglais) est un équipement réseau opérant sur la seconde couche - liaison - du modèle OSI (« Open Systems Interconnection ») par opposition à un routeur qui est un équipement opérant sur la troisième couche - réseau - de ce modèle.

Un commutateur est connecté à un commutateur voisin par deux liens optiques unidirectionnels. Pour la communication entre un commutateur et un commutateur voisin, un des liens optiques fonctionne en émission pour le commutateur considéré et l'autre, en réception pour le commutateur considéré.

Le premier réseau 100 comporte une paire de commutateurs centraux 110 et deux paires de commutateurs locaux, 120 et 130. Un réseau comporte autant de paires de commutateurs locaux qu'il agrège de sections de la voie 2.

La paire de commutateurs centraux 110 comporte un commutateur central bleu 112 et un commutateur central rouge 114.

Une paire de commutateurs locaux 120, respectivement 130, comporte un commutateur local bleu, 122, respectivement 132, et un commutateur local rouge, 124, respectivement 134.

Les paires de commutateurs sont connectés les unes à la suite des autres de sorte que les commutateurs bleu et les commutateurs rouge sont placés en alternance les 25 uns à la suite des autres au sein du premier réseau 100.

Le commutateur local bleu 122 de la première paire 120 est connecté au réseau local bleu de la section 4. Le commutateur local rouge 124 de la première paire 120 est connecté au réseau local rouge de la section 4.

Il est à noter que chaque commutateur local comporte une paire de ports lui permettant d'être connecté au réseau de communication de la hiérarchie inférieure et un port local lui permettant d'être connecté au réseau local.

Le commutateur local bleu 132 de la seconde paire 130 est connecté au réseau local bleu de la section 5. Le commutateur local rouge 134 de la seconde paire 130 est connecté au réseau local rouge de la section 5.

Une description similaire pourrait être faite du second réseau 200 qui comporte successivement un commutateur central bleu 212, un commutateur central rouge 214, un

commutateur local bleu 222, connecté au réseau local bleu de la section 6, un commutateur local rouge 224, connecté au réseau local rouge de la section 6, un commutateur local bleu 232, connecté au réseau local bleu de la section 7, et un commutateur local rouge 234, connecté au réseau local bleu de la section 7.

5

Le réseau chapeau 300 est du type IP-MPLS. Il présente également une topologie formant un anneau, les commutateurs étant placés en série et reliés entre eux de manière à former une boucle fermée. Le réseau chapeau 300 comporte autant de paires de commutateurs centraux qu'il agrège de réseau de communication du niveau hiérarchique inférieur.

10

Le réseau chapeau 300 permet de connecter entre eux les réseaux de communication de chaque secteur de l'infrastructure 10.

15

Il est à noter que chaque commutateur central comporte une paire de ports de communication inférieure lui permettant d'être connecté au réseau de communication de la hiérarchie inférieure et une paire de ports de communication supérieure lui permettant d'être connecté au réseau chapeau de la hiérarchie supérieure.

20

Dans le mode de réalisation décrit ici, chaque calculateur au sol est connecté en direct à une unique paire de commutateurs centraux. Ainsi, le calculateur 12 est connecté à la paire de commutateurs centraux 112 et 114, tandis que le calculateur 13 est connecté à la paire de commutateurs centraux 212 et 214. Dans cette architecture, un calculateur au sol est donc dédié à la gestion d'un secteur particulier.

25

Un duplicateur de trames est intégré à chaque calculateur au sol. Le duplicateur 310 du calculateur 12 permet la duplication des trames émises par le calculateur au sol 12 vers le calculateur embarqué 14, pour que soient transmises, sur l'infrastructure 10, une trame bleu sur le chemin bleu et une trame rouge sur le chemin rouge. Le duplicateur 311 du calculateur 13 permet la duplication des trames émises par le calculateur au sol 13 vers le calculateur embarqué 14, pour que soient transmises sur l'infrastructure 10 une trame bleu sur le chemin bleu et une trame rouge sur le chemin rouge.

30

Avantageusement, chaque réseau de communication, 100, 200, 300, comporte une interface d'administration, non représentée sur la figure 1, permettant à un opérateur de configurer la couche logique de chaque réseau en paramétrant les services mis en œuvre par les commutateurs de ce réseau.

35

Il est à noter que l'anneau constitué par chaque réseau de communication est commun au chemin bleu et au chemin rouge.

Dans une variante, la paire de commutateurs centraux d'un réseau de communication sont intégrés dans un même équipement réseau du type commutateur électrique MPLS, qui est un équipement intrinsèquement redondant.

Dans encore une autre variante, indépendante de la précédente, un modem, par exemple le modem bleu d'un train, est propre à utiliser le chemin rouge pour communiquer des trames bleues, par exemple en cas de défaillance du point d'accès bleu. Le commutateur rouge de la paire de commutateurs centraux d'un réseau de communication du niveau hiérarchique inférieur est alors propre à détecter les trames bleues circulant sur chemin rouge et à retransmettre les trames bleues détectées sur le chemin bleu du réseau de communication du niveau hiérarchique supérieur.

La couche physique ayant été décrite, la couche logique va maintenant être présentée en détail. Sur la figure 2 est représenté schématiquement un commutateur générique (local ou central) d'un réseau MPLS de l'infrastructure 10 et les différents services qu'il exécute.

Le protocole MPLS comporte, de base, une pluralité de services, propre à être exécutés par chaque commutateur MPLS.

Conformément au protocole MPLS, chaque commutateur met notamment en œuvre un service 1000 de définition des chemins à travers le réseau MPLS, dits chemins LSP (« Label Switched Path »). Ce service permet de définir le chemin que doit suivre une trame pour être transférée, à travers le réseau de communication MPLS, entre un commutateur source et un commutateur destination.

Conformément au protocole MPLS, chaque commutateur met également en œuvre un service 1100 de détection de panne.

Conformément au protocole MPLS, chaque commutateur met en œuvre un service 1200 de reconfiguration automatique permettant de résoudre des pannes simples.

Cependant, en pratique, ces deux derniers services protocolaires nécessitent environ 300 ms pour détecter une panne et effectuer la reconfiguration nécessaire (même si la reconfiguration proprement dite est spécifiée comme ne prenant que 50 ms). Un tel temps de résilience n'est pas compatible avec une application de signalisation, qui nécessite qu'une interruption ne dure pas plus de 200 ms.

Pour répondre à cette contrainte, lors d'une phase de configuration de l'infrastructure 10, un unique chemin LSP est défini pour chaque paire possible de commutateurs au sein d'un même réseau, et ceci pour chaque réseau 100, 200, 300 constitutif de l'infrastructure.

10

De plus, le chemin LSP bleu défini entre un premier commutateur bleu et un second commutateur bleu est complémentaire du chemin LSP rouge défini entre le premier commutateur rouge associé au premier commutateur bleu et le second commutateur rouge associé au second commutateur bleu. De cette manière les trames bleue et rouge d'une même communication ne transitent par aucun lien, ni aucun commutateur commun.

Par exemple, pour une communication entre le calculateur sol et un calculateur embarqué situé sur la section 5, on définit de manière statique un chemin bleu B entre le nœud MPLS central bleu 112 et le nœud MPLS local bleu 132, ainsi qu'un chemin rouge R entre le nœud MPLS central rouge 114 et le nœud MPLS local rouge 134. Le chemin bleu B se fera dans un sens antihoraire et le chemin rouge se fera dans un sens horaire R, de sorte que les trames bleue et rouge d'une même communication ne transitent par aucun lien, ni aucun commutateur commun.

Lorsqu'une panne est détectée sur le lien entre les commutateurs 122 et 124 (schématisée par une croix sur le segment correspondant sur la figure 1), interdisant la communication de trames bleues le long du chemin LSP bleu B, les services 1100 et 1200 de détection de panne et de reconfiguration automatique des commutateurs force l'acheminement de la trame bleue entre le commutateur central bleu 112 et le commutateur local bleu 132 le long du chemin bleu B\*, qui passe par le commutateur 134 intermédiaire, la circulation de la trame le long du chemin bleu B\* se faisant dans le sens horaire dans l'anneau constitué par le réseau 100. Ceci introduit une interruption sur la communication bleue de maximum 300 ms. Cependant, parallèlement, le chemin LSP rouge R n'étant pas dégradé par la panne, aucune interruption de communication ne sera observée sur ce chemin rouge, de sorte qu'il y aura continuité de la communication entre le calculateur bord et le calculateur sol.

Conformément au protocole MPLS, chaque commutateur met également en œuvre un service 1400 de définition de chemins SDP (selon l'acronyme anglais de « Service Distribution Point »).

De manière générale, une donnée à acheminer dans un réseau MPLS, entre un nœud source et un nœud destinataire, est encapsulée dans un datagramme spécifique, dont la trame est propre à être routée à travers le réseau MPLS entre le nœud source et le nœud destinataire. Une telle transmission par encapsulation spécifique entre un nœud source et un nœud destinataire est également dénommée liaison tunnel entre le nœud source et le nœud destinataire.

Dans l'infrastructure 10, le service 1400 de définition de chemin SDP permet de définir les propriétés de la liaison tunnel entre un commutateur source et un commutateur

destination, et ceci pour chaque paire possible de commutateurs au sein d'un même réseau de l'infrastructure.

Avantageusement, les chemins SDP d'un réseau, 100, 200 ou 300, constituent un sous ensemble des chemins LSP définis sur ce réseau. Des chemins SDP sont ainsi configurés de manière à limiter l'utilisation des ressources sur un nœud MPLS. Par exemple, pour un réseau, une liaison tunnel est prévue entre le commutateur central et chaque commutateur local d'une couleur donnée, mais aucune liaison tunnel n'est créée directement entre deux commutateurs locaux d'un couleur donnée.

De manière générale, un chemin SDP possède un attribut pouvant prendre soit la valeur «Spoke SDP » soit la valeur « Mesh SDP ». Une trame circulant sur un chemin SDP «Spoke SDP » peut transiter vers un autre chemin SDP, quelle que soit la valeur de son attribut. En revanche Une trame circulant sur un chemin SDP «Mesh SDP » ne peut transiter que vers un chemin SDP « Spoke SDP ».

Dans l'infrastructure 10, un chemin SDP entre un commutateur local et un commutateur central est configuré pour prendre la valeur « Spoke SDP » de manière à autoriser une communication point à point entre deux sections d'un même secteur, par exemple 4 et 5 à travers le réseau 100.

Un chemin SDP entre deux commutateurs centraux de secteurs différents est configuré pour prendre la valeur « Mesh SDP », de manière à autoriser une communication multipoints entre deux sections de secteurs différents, par exemple 5 et 6 à travers les réseaux 100, 300 puis 200.

De cette manière, lorsque le train 16 franchit physiquement la frontière entre deux sections voisines, que ces deux sections voisines appartiennent à un même secteur ou à deux secteurs différents, une communication entre ces sections voisines peut être établie, permettant une continuité de la communication bord sol lors du franchissement de la frontière.

Il est à noter que si tous les chemins SDP étaient configurés avec un attribut ayant une valeur « Spoke SDP », il y aurait un risque de création de boucles sur l'infrastructure 10. Or une boucle sur un réseau Ethernet signifie une amplification du trafic de diffusion et la saturation du réseau (« broadcast storm »). Par ailleurs, si tous les chemins SDP étaient configurés avec un attribut ayant une valeur « Mesh SDP », la possibilité de communiquer entre deux stations de secteurs différents serait interdite.

Par ailleurs, la bande passante et le temps de latence de l'infrastructure 10 sont garantis par les caractéristiques de qualité de service MPLS (QoS).

La subdivision en secteurs de la couche physique de l'infrastructure 10 permet, lorsqu'un réseau associé à un secteur est défaillant (panne grave), de ne pas affecter le

bon fonctionnement des autres secteurs de l'infrastructure. De manière équivalente, l'augmentation de l'infrastructure lors d'un prolongement de la voie et l'ajout de nouveaux secteurs s'effectue facilement.

5 Un réseau MPLS présente de très nombreux avantages.

La mise en œuvre d'un réseau MPLS permet d'obtenir des taux de transfert de données plus important (jusqu'à un 10 Gbps de bande passante) que celui d'un réseau SDH, avec la même qualité de service.

10 La mise en œuvre d'un réseau MPLS permet de réaliser des topologies plus flexibles, permettant notamment des extensions de l'infrastructure sans avoir à reconfigurer l'ensemble du réseau, mais seulement les nouveaux réseaux associés au nouvelles sections de voie lors d'une extension du réseau ferroviaire, ou les seuls connecteurs locaux bleus et rouges pour l'agrégation d'un nouveau réseau local par un réseau existant. Il est notamment possible de préparer une configuration hors ligne et de 15 configurer ou de modifier la configuration d'un réseau existant rapidement, minimisant ainsi le temps d'interruption de l'exploitation du réseau ferroviaire.

20 La mise en œuvre d'un réseau MPLS en anneau agrégeant des réseaux locaux par secteur de voie permet de réduire la longueur des câbles (en l'occurrence des fibres optiques) utilisés pour connecter les équipements réseau entre eux, avec à la clé une réduction des coûts de déploiement de l'infrastructure.

Avantageusement, un réseau IP-MPLS permet de mettre en œuvre un service de priorité / ségrégation des données, autorisant l'utilisation du réseau pour la communication de données autres que des données de signalisation.

25 Il s'agit par exemple de données d'applications multi média permettant l'affichage d'informations en station ou la diffusion de messages sonores adaptés par un ordinateur connecté au réseau local associé à une section de la voie.

30 La mise en œuvre du service de ségrégation permet d'assurer que la communication des données d'applications de signalisation, ayant un attribut de priorité élevé, n'est pas affectée par la communication de données d'autres applications, ayant un attribut de priorité faible, en particulier lors d'un débordement (« overflow ») de données non prioritaires.

35 La mise en œuvre d'un réseau MPLS permet une certaine flexibilité dans l'allocation de la bande passante entre différentes applications. Ceci permet de garantir une bande passante pour chaque application et, en cas de disponibilité de bande passante, d'allouer dynamiquement une augmentation de la bande passante à une application jusqu'à un maximum prédéfinie pour cette application.

Cette possibilité de faire circuler des trames hétérogènes sur le même réseau permet à un opérateur du réseau ferroviaire d'éviter d'avoir à déployer un réseau de communication indépendant dédié à ces applications supplémentaires.

L'homme du métier comprendra que pour, des raisons de clarté, le mode de réalisation représenté sur la figure 1 est particulièrement simple. De nombreuses variantes sont possibles en termes de nombre de sections, de nombre de secteurs, de manière d'agréger les sections au sein de secteurs, de nombre de calculateurs au sol gérant une ou plusieurs secteurs, etc.

14  
REVENDICATIONS

1.- Infrastructure de radiocommunication (10) pour un système de signalisation ferroviaire du type « gestion des trains basée sur la communication » - CBTC, permettant une communication entre un calculateur au sol (12) et un calculateur embarqué (14) à bord d'un train (16) circulant sur une voie (2), la voie (2) étant subdivisée en sections (4, 5, 6, 7), l'infrastructure de radiocommunication réalisant une redondance de la communication entre le calculateur au sol et le calculateur embarqué, en établissant une première communication le long d'un premier chemin et une seconde communication le long d'un second chemin, l'infrastructure comportant :

- un réseau de communication (100, 200) ;  
- une première pluralité de points d'accès (20) et une seconde pluralité de points d'accès (40), les points d'accès étant disposés le long de la voie, les première et seconde pluralités de points d'accès étant respectivement subdivisées en premiers et seconds groupes de points d'accès, chaque groupe de points d'accès formant un réseau de communication local, un premier groupe de points d'accès et un second groupe de points d'accès étant associés à chaque section de la voie et étant reliés au réseau de communication (100, 200) ;

- un premier modem (22) dédié à l'établissement d'une première liaison sans fil avec des points d'accès de la première pluralité de points d'accès, et un second modem (42) dédié à l'établissement d'une seconde liaison sans fil avec des points d'accès de la seconde pluralité de points d'accès, les premier et second modems étant embarqués à bord du train (16) ;

caractérisé en ce que le réseau de communication (100, 200) est du type MPLS, de préférence du type IP-MPLS, et possède une topologie en anneau, le réseau de communication (100, 200) comportant une pluralité de paires de commutateurs locaux (122, 132), chaque paire de commutateurs locaux étant associée à une section de la voie et comportant un premier commutateur local dédié à la communication avec le premier groupe de points d'accès (20) associé à ladite section et un second commutateur local dédié à la communication avec le second groupes de points d'accès (40) associé à ladite section ; et des premier et second commutateurs centraux (112, 114), les commutateurs locaux et centraux étant connectés en série les uns aux autres, le calculateur au sol étant relié à la paire de commutateurs centraux,

et en ce que chaque commutateur met en œuvre un service (1000, 1400) de définition de chemins (1100), un service (1100) de détection de panne, et un service (1200) de reconfiguration, le service de définition de chemin permettant de prédéfinir des chemins

15

de communication entre deux commutateurs de chaque doublet de commutateurs constitué d'un commutateur central (112) et d'un commutateur local (122, 132), de sorte que le chemin entre le premier commutateur central et le premier commutateur local d'une paire de commutateurs locaux et le chemin entre le second commutateur central et le second commutateur local de ladite paire de commutateurs locaux s'effectuent le long de portions séparées de l'anneau formée par le réseau.

5 2.- Infrastructure selon la revendication 1, comportant une pluralité de secteurs (101, 201), chaque secteur comportant un réseau de communication (100, 200) agrégeant les réseaux locaux d'une pluralité de sections.

10 15 3.- Infrastructure de communication selon la revendication 2, dans laquelle le ou chaque commutateur central (110, 210) de chaque réseau de communication (100, 200) constitue un nœud d'un réseau de communication chapeau (300) du type MPLS, ayant également une topologie en anneau.

20 4.- Infrastructure de communication selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les premier et second commutateurs centraux (112, 212, 114, 214) d'un réseau de communication sont intégrés dans un commutateur électrique intégré.

25 5 Infrastructure de communication selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les premiers commutateurs locaux et les seconds commutateurs locaux d'un réseau de communication sont placés en alternance au sein dudit réseau.

6.- Infrastructure de communication selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant une interface d'administration.

30 7.- Infrastructure de communication selon l'une quelconque des revendications précédentes, mettant en œuvre un service de priorité / ségrégation permettant la communication, sur le ou chaque réseau de communication, de données d'application de signalisation et de données d'autres types d'applications.

35 8.- Infrastructure de communication selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque commutateur met en œuvre un service de configuration

16

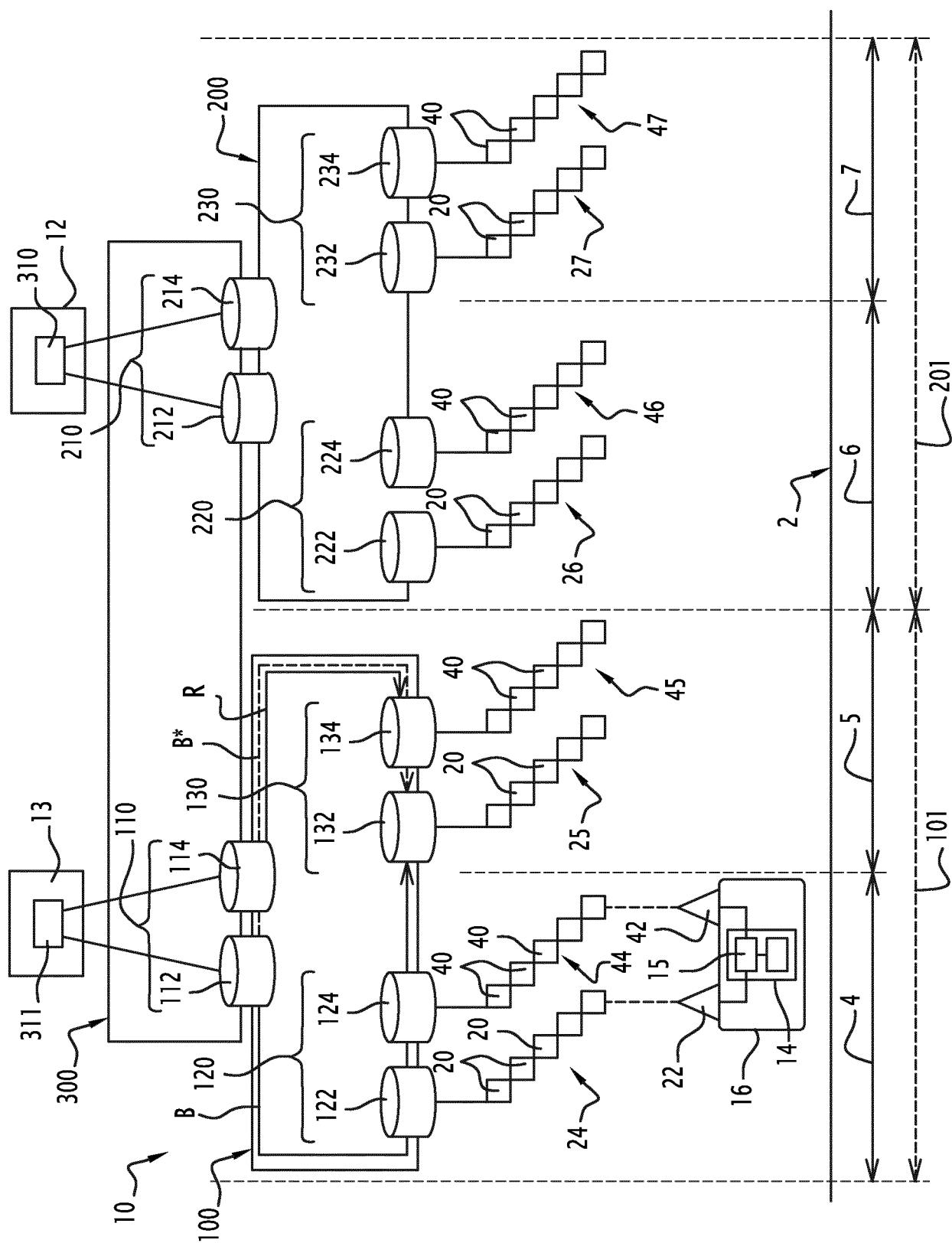
de chemins SDP (1400) permettant de configurer des liaisons tunnel entre deux commutateurs d'un même réseau de l'infrastructure.

9. Infrastructure de communication selon la revendication 8, dans laquelle la valeur « Spoke SDP » est attribuée à chaque liaison entre un commutateur local et un commutateur central d'un réseau d'agrégation et la valeur « Mesh SDP » est attribuée à chaque liaison tunnel sur le réseau chapeau entre un commutateur central d'un secteur et un commutateur central d'un autre secteur.

5

1/2

FIG. 1



2/2

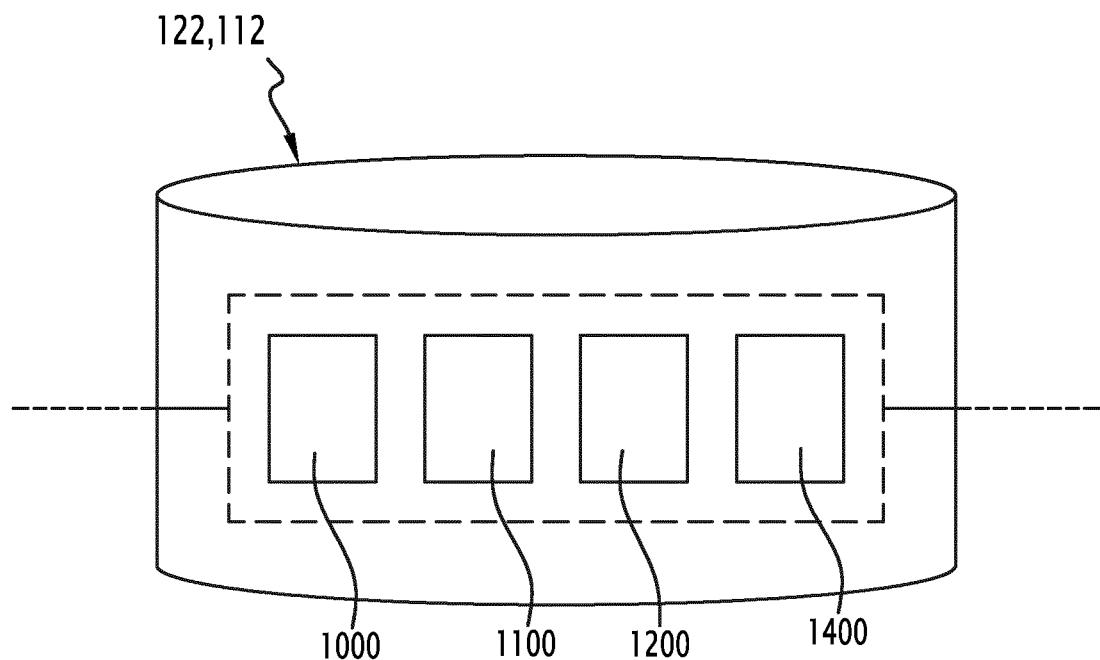


FIG.2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/069957

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B61L27/00

ADD.

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**)  
B61L

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101 568 019 A (UNIV SHANGHAI [CN]) 28 October 2009 (2009-10-28) page 3, line 1 - page 5, last line; claim 1; figures 1,2 ----- Y HANS KRAFT: "Netzwerkarchi tekturen im Kontext von SwiSS und NeuPro", SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH. DARMSTADT, DE, vol . 105, no. 12, 1 December 2013 (2013-12-01) , pages 11-13 , XP001585611 , ISSN : 0037-4997 the whol e document ----- -/- .	1-9
		1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Spécial catégories of cited documents :

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

"E" earlier application or patent 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 spacial 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

Date of mailing of the international search report

12 November 2015

30/11/2015

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

Maki -Manti Ia, M

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No PCT/EP2015/069957	
---	--

**C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2010 027131 AI (SI EMENS AG [DE] ) 19 January 2012 (2012-01-19) paragraphs [0001] - [004] paragraph [0023] - paragraph [0057] ; figures 1-5 -----	1-9
Y	WO 00/52851 AI (SPRINGBOARD WI RELESS NETWORKS [CA] ; OPREA ALEX [CA] ; ELLIOTT CHARLES [ ) 8 September 2000 (2000-09-08) page 6, paragraph 4 - page 40, last paragraph ; figures 1-3 -----	1-9
Y	EP 1 995 916 AI (SI EMENS SCHWEIZ AG [CH] ) 26 November 2008 (2008-11-26) paragraphs [0017] - [0034] ; figures 1-5 -----	1-9
Y	HÖEBEKE R ET AL: "MIGRATING METRO ETHERNET TO MPLS : Next step for proficiency métro Ethernet services" , ALCATEL TELECOMMUNICATIONS REVI EW, COMPAGNIE FINANCIÈRE ALCATEL, 54 RUE DE LA BOËTIE 75008 PARIS, 1 October 2004 (2004-10-01) , XP007010168, ISSN: 1267-7167 the whole document -----	1-9
Y	VAN DE VOORDE I ET AL: "Carrier-grade Ethernet: extending Ethernet into next generation métro networks : Ethernet is widely deployed in LANs, but can it be deployed successfully in métro networks? MPLS could resolve some of Ethernet's major deficiencies, enabling it to become carrier-grade" , ALCATEL TELECOMMUNICATIONS REVI EW, COMPAGNIE FINANCIÈRE ALCATEL, 54 RUE DE LA BOËTIE 75008 PARIS, 1 July 2002 (2002-07-01) , XP007005874, ISSN: 1267-7167 the whole document -----	1-9
Y	WITTERS J ET AL: "VPLS TECHNICAL TUTORIAL : Technical introduction to multipoint Ethernet services over MPLS" , ALCATEL TELECOMMUNICATIONS REVI EW, COMPAGNIE FINANCIÈRE ALCATEL, 54 RUE DE LA BOËTIE 75008 PARIS, 1 October 2004 (2004-10-01) , XP007010179 , ISSN: 1267-7167 the whole document -----	1-9
		-/-

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No	PCT/EP2015/069957
------------------------------	-------------------

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>"IP Backbones unterstützen effizienten Betrieb" , SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH . DARMSTADT, DE, vol . 102, no. 9, 1 September 2010 (2010-09-01) , pages 52-53 , XP001556145 , ISSN : 0037-4997 the whole document</p> <p>-----</p>	1-9
Y	<p>HOEBEKE R ET AL: "MPLS: adding value to networking: MPLS will soon become a key technology, bringing value to the next generation of communication networks by offering elegant solutions to operational problems and fostering the network convergence that operators are demanding" , ALCATEL TELECOMMUNICATIONS REVIEW, COMPAGNIE FINANCIÈRE ALCATEL, 54 RUE DE LA BOËTIE 75008 PARIS, 1 July 2002 (2002-07-01) , XP007005883 , ISSN : 1267-7167 the whole document</p> <p>-----</p>	1-9
Y	<p>BONN H: "Bahnkommunikation - Anforderungen an eine zukunftssichere IP-Infrastruktur" , SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH . DARMSTADT, DE, vol . 105, no. 3, 1 March 2013 (2013-03-01) , pages 6-10, XP001579959 , ISSN : 0037-4997 the whole document</p> <p>-----</p>	1-9
Y	<p>MICHAEL LI EM AND VEENA B MENDI RATTA: "Mission critical communication networks for railways" , BELL LABS TECHNICAL JOURNAL, WILEY, CA, US, vol . 16, no. 3, 1 December 2011 (2011-12-01) , pages 29-46, XP001570291 , ISSN : 1089-7089 , DOI : 10.1002/BLTJ.20520 [retrieved on 2011-11-22] the whole document</p> <p>-----</p>	1-9

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2015/069957

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
CN 101568019	A 28-10-2009	None		
DE 102010027131	AI 19-01-2012	DE 102010027131 Wo 2012007249	AI 19-01-2012 AI 19-01-2012	
Wо 0052851	AI 08-09-2000	AU 2788800 CA 2263031 EP 1166465 NZ 513887 Wo 0052851	A 21-09-2000 AI 26-08-2000 AI 02-01-2002 A 28-09-2001 AI 08-09-2000	
EP 1995916	AI 26-11-2008	EA 200971094 EP 1995916 EP 2301202 Wo 2008141706	AI 30-04-2010 AI 26-11-2008 AI 30-03-2011 AI 27-11-2008	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/069957

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. B61L27/00

ADD.

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
B61L

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

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal , WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	CN 101 568 019 A (UNIV SHANGHAI [CN]) 28 octobre 2009 (2009-10-28) page 3, ligne 1 - page 5, dernière ligne; revendication 1; figures 1,2 -----	1-9
Y	HANS KRAFT: "Netzwerkarchitekturen im Kontext von Swiss und NeuPro", SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH. DARMSTADT, DE, vol. 105, no. 12, 1 décembre 2013 (2013-12-01) , pages 11-13 , XP001585611 , ISSN: 0037-4997 Le document en entier ----- -/- .	1-9

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

12 novembre 2015

30/11/2015

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Maki -Manti La, M

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/EP2015/069957

## C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 10 2010 027131 AI (SI EMENS AG [DE] ) 19 janvi er 2012 (2012-01-19) al i néas [0001] - [0004] al i néa [0023] - al i néa [0057] ; f i gures 1-5 -----	1-9
Y	WO 00/52851 AI (SPRINGBOARD WI RELESS NETWORKS [CA] ; OPREA ALEX [CA] ; ELLIOTT CHARLES [) 8 septembre 2000 (2000-09-08) page 6, al i néa 4 - page 40, derni er al i néa; f i gures 1-3 -----	1-9
Y	EP 1 995 916 AI (SI EMENS SCHWEIZ AG [CH] ) 26 novembre 2008 (2008-11-26) al i néas [0017] - [0034] ; f i gures 1-5 -----	1-9
Y	HOEBEKE R ET AL: "MIGRATING METRO ETHERNET TO MPLS : Next step for profi tabl e métro Ethernet servi ces" , ALCATEL TELECOMMUNICATIONS REVI EW, COMPAGNIE FINANCI ÈRE ALCATEL, 54 RUE DE LA BOÈTI E 75008 PARIS, 1 octobre 2004 (2004-10-01) , XP007010168, ISSN : 1267-7167 Le document en enti er -----	1-9
Y	VAN DE VOOERDE I ET AL: "Carri er-grade Ethernet: extendi ng Ethernet i nto next génération métro networks : Ethernet is widely deployed in LANs, but can it be deployed successful ly in métro networks? MPLS could résol ve some of Ethernet 's major defi cienci es, enabling it to become carri er-grade" , ALCATEL TELECOMMUNICATIONS REVI EW, COMPAGNIE FINANCI ÈRE ALCATEL, 54 RUE DE LA BOÈTI E 75008 PARIS, 1 juillet 2002 (2002-07-01) , XP007005874, ISSN : 1267-7167 Le document en enti er -----	1-9
Y	WITTERS J ET AL: "VPLS TECHNICAL TUTORIAL : Techni cal i ntroducti on to multi point Ethernet servi ces over MPLS" , ALCATEL TELECOMMUNICATIONS REVI EW, COMPAGNIE FINANCI ÈRE ALCATEL, 54 RUE DE LA BOÈTI E 75008 PARIS, 1 octobre 2004 (2004-10-01) , XP007010179 , ISSN : 1267-7167 Le document en enti er ----- -/- -	1-9

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/EP2015/069957

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	<p>"IP Backbones unterstützen effizienten Betrieb", SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH. DARMSTADT, DE, vol. 102, no. 9, 1 septembre 2010 (2010-09-01), pages 52-53, XP001556145, ISSN: 0037-4997 Le document en entier</p> <p>-----</p>	1-9
Y	<p>HOEBEKE R ET AL: "MPLS: adding value to networking: MPLS will soon become a key technology, bringing value to the next generation of communication networks by offering elegant solutions to operational problems and fostering the network convergence that operators are demanding", ALCATEL TELECOMMUNICATIONS REVIEW, COMPAGNIE FINANCIÈRE ALCATEL, 54 RUE DE LA BOËTIE 75008 PARIS, 1 juillet 2002 (2002-07-01), XP007005883, ISSN: 1267-7167 Le document en entier</p> <p>-----</p>	1-9
Y	<p>BONN H: "Bahnkommunikation - Anforderungen an eine zukunftssichere IP-Infrastruktur", SIGNAL + DRAHT, TELZLAFF VERLAG GMBH. DARMSTADT, DE, vol. 105, no. 3, 1 mars 2013 (2013-03-01), pages 6-10, XP001579959, ISSN: 0037-4997 Le document en entier</p> <p>-----</p>	1-9
Y	<p>MICHAEL LIEM AND VEENA B MENDI RATTA: "Mission critical communication networks for railways", BELL LABS TECHNICAL JOURNAL, WILEY, CA, US, vol. 16, no. 3, 1 décembre 2011 (2011-12-01), pages 29-46, XP001570291, ISSN: 1089-7089, DOI: 10.1002/BLTJ.20520 [extrait le 2011-11-22] Le document en entier</p> <p>-----</p>	1-9

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/069957

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
CN 101568019	A	28-10-2009	AUCUN		
DE 102010027131	AI	19-01-2012	DE 102010027131	AI	19-01-2012
			Wo 2012007249	AI	19-01-2012
Wo 0052851	AI	08-09-2000	AU 2788800	A	21-09-2000
			CA 2263031	AI	26-08-2000
			EP 1166465	AI	02-01-2002
			NZ 513887	A	28-09-2001
			Wo 0052851	AI	08-09-2000
EP 1995916	AI	26-11-2008	EA 200971094	AI	30-04-2010
			EP 1995916	AI	26-11-2008
			EP 2301202	AI	30-03-2011
			Wo 2008141706	AI	27-11-2008