

Les réseaux d'accès optiques FTTH

3

Débit sur réseaux accès ADSL permet d'atteindre un débit intéressant. Quelques dizaines de Mbit dans le meilleur des cas.

On va mutualiser la fibre optique pour multiplexer des communications téléphoniques.

Déploiement de la fibre → à la fin des années 80, quand on réfléchissait à la solution d'ATM.

Fibre optique dans le réseau d'accès, opérateurs avaient peur du prix que ça coûte → intérêt à l'ADSL.

Réseau câble utilisé pour la diffusion de la télévision analogique. Puis quand on a commencé à standardiser les techniques de compression de vidéo on a aussi diffusé sur les réseaux câble la télévision numérique.

Réseau d'accès câble → topologie arborescente, fonctionne bien pour une utilisation unidirectionnelle. Réseau fibre commence au milieu des années 90.

4

Une fibre optique partagée pour les utilisateurs.

5

Solutions pour les entreprises et pour les particuliers.

FTTH → solution la plus favorable pour l'utilisateur, jusqu'au domicile. Si la fibre ne va pas jusqu'au domicile, il faut une solution pour l'amener jusqu'à l'utilisateur.

6

Gpon : on a une fibre optique pour 64 clients qui va être split, divise le signal lumineux qui va être envoyé pour chaque point de terminaison du réseau, équipement passif (p de Gpon).

Ressources partagées entre les utilisateurs sur le lien entre NRO et PM.

Un équipement qui est situé dans le commutateur de raccordement de l'opérateur ONT qui va diviser pour tous les utilisateurs.

Une fibre avec débit descendant de 2,5 Gbit/s.

Dans le sens montant, les ressources vont être partagées et problème de partage du support de communication entre les différents utilisateurs. Les terminaux utilisateurs ne peuvent pas s'entendre les uns des autres.

Comment partager les ressources dans le sens montant entre les différents utilisateurs.

Problème traité dans RNIS (chez un utilisateur, on a plusieurs terminaux qui se cachaient): il faut positionner le coupleur passif chez l'utilisateur. Demande de canaux B quand besoin de transmettre. Demande sur le canal D. Méthode d'accès CSMA/CR.

Dans ADSL, on partage pas de ressource, partage se fait chez l'utilisateur.

Ici partage de fibre optique entre les différents utilisateurs.

Déploiement de FTTH pour la transmission de données. Applications majoritairement vidéo.

Problème majeur partage des ressources dans le sens montant.

Les débits dans le sens montant et descendant même ordre de grandeur mais partagé entre tous les utilisateurs dans le sens descendant.

XGS-PON

→ Amélioration du débit, solution à 10 Gbit/s. Toujours le problème de partage de ressource. Sens descendant plus simple car on a un émetteur et n destinataires.

Point to multipoint

7

Point to point

Une fibre bidirectionnelle déployée à chacun des utilisateurs. Solution déployée par free.

Avantage : plus simple d'un point de vue protocolaire, pas de partage entre les utilisateurs.

Inconvénient : plus cher.

Visent maintenant les solutions avec partage de ressource, dans des zones moyennement denses, point to multipoint.

8

Assez vite abandonné. Consistait à avoir un élément actif au lieu de passif au niveau de la division de trafic, traitements.

9

FTTLA

Une partie fibre et une partie en câble.

10

FTTB

Cable Ethernet

11

APON

→ Débit 155 Mbit/s, pur ATM

BPON

→ Toujours de l'ATM, 622 Mbit/s

EPON

→ solution IEEE

GPON

→ solution ITU-T

Réseaux optiques passifs avec WDM-PON.

12

Solution dans laquelle on fait de l'ordonnancement au niveau du réseau.

Dans le sens montant, méthode d'accès à mettre en œuvre. Techniques de partages nécessaires.

Partage fixe de ressource que pour les applications où le débit doit être constant.

13

Couche de convergence couche Ethernet : tous les flux sont véhiculés par ethernet. Technique de convergence favorisée dans le réseau GPON. On peut envoyer de l'ATM.

Couche de convergence de GPON qui permet d'encapsuler un peu tout. Format de trame qui va être émis sur le support de communication.

D'un côté c'est bien des trames ethernet, pas possible de faire de la segmentation. A côté, on peut faire de la segmentation et envoyer des bouts de trame ethernet sur le lien montant. Moins vitale sur le lien descendant.

14

On va partager le signal entre plusieurs fibres optiques pour différents utilisateurs.

15

Important que la qualité de service fait partie des contraintes imposées. On s'est inspiré d'ATM pour la qualité de service à l'échelle de l'utilisateur et à l'échelle des flux d'utilisateur.

16

Partie GPON

Trames Ethernet et éventuellement du TDM (bloc haut). Couche d'adaptation GEM.

Container de transmission. Qualité de service : chez un utilisateur plusieurs niveaux de qualité de service.

17

Technique de polling : utilisateurs vont décrire l'état de remplissage de leur buffer (1 par QoS).
Reporting qui va être fait → l'utilisateur va remonter les informations relatives au remplissage de ses buffers. L'allocation des ressources dans le sens montant va être assuré par la tête de réseau qui va allouer des ressources.

Délai : temps nécessaire pour qu'on puisse commencer à émettre.
Problème d'horloge, date de débit et de fin d'émission donné par l'OLT.
Chaque équipements du réseau a un composant horloge et les horloges n'ont pas la même valeur → quand l'utilisateur va entrer dans le réseau, l'OLT va estimer le temps d'aller retour. Ce qui différencie est le temps de propagation car débit identique pour tout le monde. Aspect protocolaire au début des échanges. Une fois l'estimation faite alors on lui attribue des ressources.

18

Affecter une trame GEM à la bonne file d'attente. Tous les terminaux remontent l'ensemble de leurs requêtes.

Traiter de façon équitable des flux des utilisateurs pour un même niveau de qualité de service.
Équité se mesure entre utilisateurs.

Algorithme Waiting Fair Queuing (WFQ) : dans le contexte ITU, on a décidé d'avoir un descripteur de trafic. Trafic à débit constant, trafic assuré, ...

Type 3 moins de garanti, débit maximum plus grand que débit garanti.

Type 4 rien de garanti et un débit maximal.

19

Mesurer un débit dans une file d'attente : volume/temps

Terminal va remonter un descripteur de trafic qui va contenir 4 paramètres.

Type 1 que R_F , type 2 que R_A , etc

20

Technique de polling sur terminaux déjà actifs.

Problème : rentrée du terminal dans le réseau. Dans RNIS, on faisait un accès sur le canal D. Phase initiale pour avoir l'adresse du terminal.

Ici, FTTH Gpon on a un automate qui va caractériser l'entrée dans le réseau. L'utilisateur passe de l'état on à off. Quand il reçoit des trames dans le sens descendant, il attend de recevoir des trames pour commencer à parler. On ajoute au polling une technique qui permet de faire entrer des terminaux dans le réseau.

Tant qu'on n'est pas dans le réseau on n'a pas le droit d'émettre. OLT émet des droits à émettre de temps en temps pour que ceux qui veulent rentrer puissent émettre. La station donne son numéro de série et émettre pour rentrer dans le réseau. S'ils sont plusieurs, risque de collision. Peut quand même marcher s'il y en a deux qui parlent en même temps.

On rentre dans la phase où l'utilisateur a donné son numéro de série. Il faut lui attribuer un identifiant de terminal et lui estimer un temps d'aller retour. Lui ne connaît pas son temps d'aller retour. Phase de ranging où on permet à l'utilisateur de savoir interpréter les messages qu'il va recevoir après avec les dates de débit et les dates de fin.

Après ça marche pas.

21

PLOAMd → informations utilisées pour faire rentrer de nouveaux terminaux.

Données utiles dans le sens descendant GTC.

Partie entête et données décorréliées.

Upstream entête → allouer les ressources au terminal.

Alloc-ID : à quel container on donne la parole.

22

On voit qu'on peut faire la segmentation de trame ethernet dans le sens montant.

DBRu : reporting , ce dont on a besoin pour transmettre.

Pas normalisé → algorithme de partage des ressources

23

EPON

Solution ethernet pour les fibres 802.3ah

Splitter jusqu'à 32 terminaux.

24

Ce qui change par rapport à GPON : on va avoir l'envoi de trames ethernet, on a pas la phase où on envoie la trame GTC avec des champs spécifiques dédiés au contrôle.

Problème pour faire rentrer un nouveau terminal dans le réseau, et lui attribuer les ressources.

Attribuer les ressources avec polling, mais on a besoin de connaître le terminal.

On commence par donner les droits à émettre. Message d'attribution de ressource → message GATE pour allouer des ressources pour les utilisateurs qui veulent entrer dans le réseau et pour des qui veulent envoyer des données.

Message envoyé à l'utilisateur où on donne les droits à émettre. On ne connaît pas la distance entre le tête de réseau et les terminaux.

Temps d'accès aléatoire pour le terminal avant d'émettre, si tous les terminaux sont à la même distance évite des collisions.

Terminal envoie un message pour s'enregistrer, donne son adresse MAC et envoie ça au MAC Control de l'OLT.

Permettre à l'utilisateur de se repérer temporairement par rapport à l'entête de réseau. On donne ensuite à l'utilisateur les ressources pour qu'il dise que ça s'est bien passé.

26

On va envoyer des droits à émettre de façon asynchrone aux terminaux.

(d) En tenant compte des tp des terminaux, on peut envoyer un premier message à un terminal et en envoyer un autre à un autre terminal. Pas collision entre le splitter et l'OLT.

On calcul les instants sur lesquels les messages seront émis pour vérifier qu'il n'y aura pas de collision.

(b) On envoie les ressources il envoie les données et les ressources qu'il lui faut pour la transmission suivante.

27

Entre deux polling consécutifs on peut avoir un débit variable donc plus juste de faire ça en terme de volume plutôt que débit.

Dans le contexte Gpon, container de transmission (5 FA).

EPON repose sur la QoS 802.1p.

On va donner l'état des FA sur les différents flux. On donne un volume par FA.

Compliqué de savoir combien on va attribuer à chacune des files.

On va effectuer des reporting pour chacune des files avec la longueur de la file et en retour on reçoit une allocation de ressource entre deux dates.

28

Dans le sens montant, protocoles normalisés, format de messages. Algorithmique pas normalisées (sur la tête de réseau pour arbitrer entre les différents utilisateurs.

Plus de complexité protocolaire au niveau des technologies GPON.

29

Solution XGS-PON normalisée.

30

Estimation des débits nécessaires dans les années 2025/2030.