

Étude des performances d'un système CDMA pour réseau à fibres optiques

Eric Hamelin, étudiant 2^e cycle

Dr Paul Fortier, directeur de recherche

Dr Leslie Ann Rusch, co-directrice de recherche

Abstract: Optical fibre has become the preferred terrestrial medium for telecommunications. The single mode fibre offers enormous bandwidth, on the order of 100 000 GHz. Various multi access techniques have been proposed to tap this bandwidth. The most popular techniques are frequency division multi access (FDMA); time division multi access (TDMA); code division multi access (CDMA), or hybrids of the three techniques. We propose a hybrid FDMA-CDMA system for a high bit-rate Local Area Network (LAN) using optical fibres.

Résumé: La fibre optique est devenue le médium de transmission préféré pour les communications terrestres. La fibre monomode offre une largeur de bande énorme, de l'ordre de 100 000 GHz. Différentes techniques d'accès multiple par les usagers sont proposées pour profiter de cette largeur de bande: la répartition en fréquence (FDMA), la répartition dans le temps (TDMA), la répartition par code (CDMA) ou un système hybride. Nous proposons un système hybride FDMA-CDMA pour un réseau LAN à haut débit utilisant les fibres optiques.

Le système que nous proposons est un LAN utilisant les fibres optiques. Le réseau reliera 1000 usagers avec un taux de données de 100 Mbit/s de façon asynchrone. Notre configuration utilisera 10 longueur d'ondes pour un maximum de 10 usagers simultanés par longueur d'onde (fréquence d'étalement de 10 Gbit/s). Ceci donne un total de 100 usagers actifs sur la fibre.

La configuration du réseau peut être divisée en deux parties; soit la configuration physique et la configuration logique. La configuration physique qui optimise notre réseau en fonction de la puissance optique est une configuration composée Tree-Star-Tree [1]. Le parcours du signal pour l'évaluation du budget de puissance dans la configuration est illustré à la Figure 1. On peut aussi le représenter par l'expression:

$$P_{margin} = P_{laser} - Att_{mod} - L_{preamp} - L_{postamp} + G - L_F - SNR$$

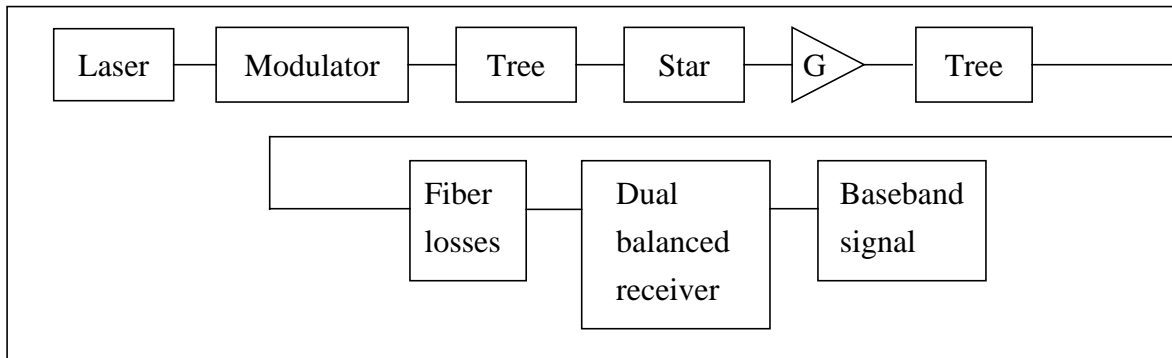
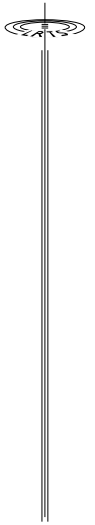


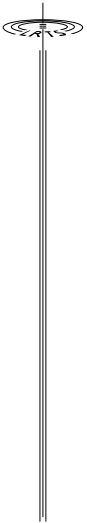
Figure 1 Diagramme du Budget de puissance

Le rapport signal/bruit (SNR) requis pour obtenir un taux d'erreur binaire (BER) de 10^{-9} à la sortie du récepteur double balancé est représenté par l'expression suivante [2]:

$$SNR = \frac{1}{\frac{(K-1)}{3C} + \frac{eT}{4R_\lambda P_s}}$$

P_s est la puissance moyenne du signal à l'entrée du récepteur, T est le taux de transmission des données, K est le nombre maximum d'utilisateurs simultanés, C est la longueur de la séquence d'étalement et R_λ est la sensibilité du récepteur à la longueur d'onde λ . Pour la modulation de phase (PSK) homodyne la probabilité d'erreur (BER) est donnée par $0.5 \operatorname{erfc}(\sqrt{SNR}/2)$. Pour notre réseau on utilise $T=100\text{Mbit/s}$, $K=10$, un code de longueur $C=127$, $R_\lambda=1.125\text{A/W}$ avec $\lambda=1.55\mu\text{m}$. On a donc besoin d'une puissance $P_s=-61\text{dBm}$ à l'entrée du récepteur pour un $\text{BER}=10^{-9}$. À partir de ces calculs on peut évaluer le budget optique en fonction de la configuration physique.

Maintenant que nous avons établi l'expression du budget de puissance en fonction de la configuration physique, il nous faut étudier l'effet de la configuration logique, c'est à dire le CDMA. Dans l'expression du rapport signal/bruit ci-haut, le nombre d'utilisateurs simultanés varie de 1 jusqu'à un maximum de 10 utilisateurs et la longueur de la séquence de code (Gold codes) est fixée à 127. Il reste à étudier l'effet de varier le taux de données ainsi que la longueur de la séquence sur le nombre maximum d'utilisateurs par longueur d'onde. Ceci dans le but de trouver une maximisation de la capacité globale du réseau par rapport au CDMA et au taux de transmission de données ou bien d'établir différents niveaux de services selon la demande.



Références:

- [1] F. Ayadi, J. F. Hayes, «Optical fibre Networks: Single hop and multihop systems» *Can. J. Elect. & Comp. Eng.*, vol. 20, no. 1, 1995.
- [2] F. Ayadi, L. A. Rusch, «Dual Balanced Detection for Coherent Optical CDMA with Limited Phase Excursion» 30th Conf. on Inform. Sci. and Sys., Princeton University, 1996.
- [3] P. E. Green, Jr., «Fiber Optics Network», Prentice Hall, 1995.