

Analyse des performances du système $\pi/4$ -DQPSK dans un canal radio-mobile à l'aide du logiciel SPW

Abdelilah Loughzail, étudiant 2^e cycle

Dr Michel Lecours, directeur de recherche

Abstract: The $\pi/4$ -QPSK modulation is a linear modulation characterized by a good spectral efficiency, and a greater robustness against nonlinear distortions than standard QPSK or OQPSK. In this work, the BER performance of $\pi/4$ -DQPSK in Rayleigh fading channel corrupted by additive white gaussian noise (AWGN) and co-channel interference (CCI) is analyzed, using a computer-aided analysis and design tool called SPW. The mobile radio channel is modeled by a Rayleigh faded delayed signal added to the Rayleigh faded main-path signal. Moreover, the above analysis is extended to the more general case of a selective-frequency Rayleigh fading channel, which can be found in relatively wideband systems.

Résumé: La modulation $\pi/4$ -QPSK est une modulation linéaire caractérisée par une bonne efficacité spectrale, et une grande robustesse contre les distorsions et les interférences des signaux en comparaison à d'autres types de modulations (QPSK, OQPSK...). Le but de ce travail est d'analyser, à l'aide du logiciel SPW, les performances du taux d'erreurs binaire (TEB) du système $\pi/4$ -DQPSK dans un canal radio-mobile à évanouissement de Rayleigh, corrompu par un bruit blanc additif gaussien et en présence d'interférences entre canaux; le canal radio-mobile est modélisé par un canal à deux rayons, l'un direct et l'autre retardé. Par la suite, nous étendons cette étude pour inclure le cas le plus général des canaux à évanouissement de Rayleigh sélectif en fréquence qu'on retrouverait dans des systèmes à bande relativement large.

Dans les systèmes de communication radio-mobiles, le choix du type de modulation et de démodulation doit tenir compte d'une part, de l'efficacité spectrale de la largeur de bande et de l'efficacité de puissance, et d'autre part, de la robustesse contre les distorsions et les interférences des signaux. Particulièrement, l'efficacité spectrale de la largeur de bande est exigée, car plus l'allocation spectrale de chaque signal est petite, plus grand est le nombre d'utilisateurs qui peuvent être servis, pour des systèmes possédant par ailleurs une performance semblable en présence de bruit et d'interférence. L'efficacité de puissance est aussi nécessaire dans le but de minimiser le poids des terminaux portables qui est directement lié à la puissance émise.

Les modulations de fréquence (FM) ou les modulations de phases continues (PCM), telles

que les GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) et TFM (Tamed Frequency Modulation), ont été considérées comme des modulations prometteuses par leur avantage d'utiliser des amplificateurs de puissance efficaces. Elles répondent à plusieurs exigences relatives aux applications radio-mobiles numériques. La FM numérique a un spectre compact, permet une amplification non linéaire près de la saturation et présente une robustesse face aux évanouissements. Cependant, elle a approximativement la même efficacité spectrale que la modulation de fréquence analogique, et par conséquent ne répond pas à la demande croissante de la société actuelle.

Les systèmes à modulation linéaire, tels que le $\pi/4$ -DQPSK avec une meilleure efficacité spectrale et une bonne efficacité de puissance, sont appelés à fournir plus de capacité aux systèmes radio-mobiles cellulaires. Pour cette raison, le système $\pi/4$ -DQPSK a attiré récemment beaucoup plus d'attention dans le domaine de la recherche et du développement des systèmes radio-mobiles du fait de l'avancement des technologies des amplificateurs linéaires à haute puissance. La modulation $\pi/4$ -DQPSK présente les avantages suivants [1]:

- elle a une largeur de bande plus étroite que la modulation de fréquence;
- elle peut être détectée en utilisant un démodulateur cohérent, un détecteur différentiel ou un discriminateur suivi par un filtre intégrateur;
- les transitions dans la constellation du signal ne passent pas par l'origine, et par conséquent, l'enveloppe présente moins de variations.

Notre travail est consacré à l'étude de ce système de modulation, qui est le $\pi/4$ -DQPSK, dans un canal radio-mobile. Le canal à évanouissement sélectif en fréquence est modélisé par deux canaux de Rayleigh [2], l'un direct et l'autre retardé en plus d'un canal interférent comme présenté sur la figure 1. A des taux binaires faibles, le canal radio-mobile peut être modélisé par un évanouissement de Rayleigh simple: puisque le profil de retard est relativement faible en comparaison avec la durée du bit, l'évanouissement est donc non sélectif en fréquence. A des taux binaires élevés, le profil de retard étant grand, l'évanouissement est considéré comme sélectif en fréquence, et le canal peut être modélisé alors par deux rayons, l'un direct et l'autre retardé. Le taux d'évanouissement est défini par le produit du profil Doppler par le taux de symbole. S'il est très faible, le canal est considéré comme un canal lent ou quasi-statique. Si par contre, ce taux est assez élevé, le canal est appelé un canal rapide. Le canal à deux rayons considéré plus haut est modélisé dans le cas le plus sévère où les deux trajets, direct et retardé, ont la même puissance moyenne. Nous avons effectué des simulations sur ce type de canal en tenant compte du rapport signal à bruit, du temps de retard entre les deux signaux, du profil Doppler et du canal interférent. Par la suite, nous avons étendu notre étude à un canal à évanouissement à quatre rayons en tenant compte du cas où les trois rayons retardés sont atténués par rapport au rayon principal. En plus du rapport des puissances entre le signal principal et les signaux retardés, nous avons évalué le comportement du système $\pi/4$ -DQPSK dans ce canal en fonction du profil de retard.

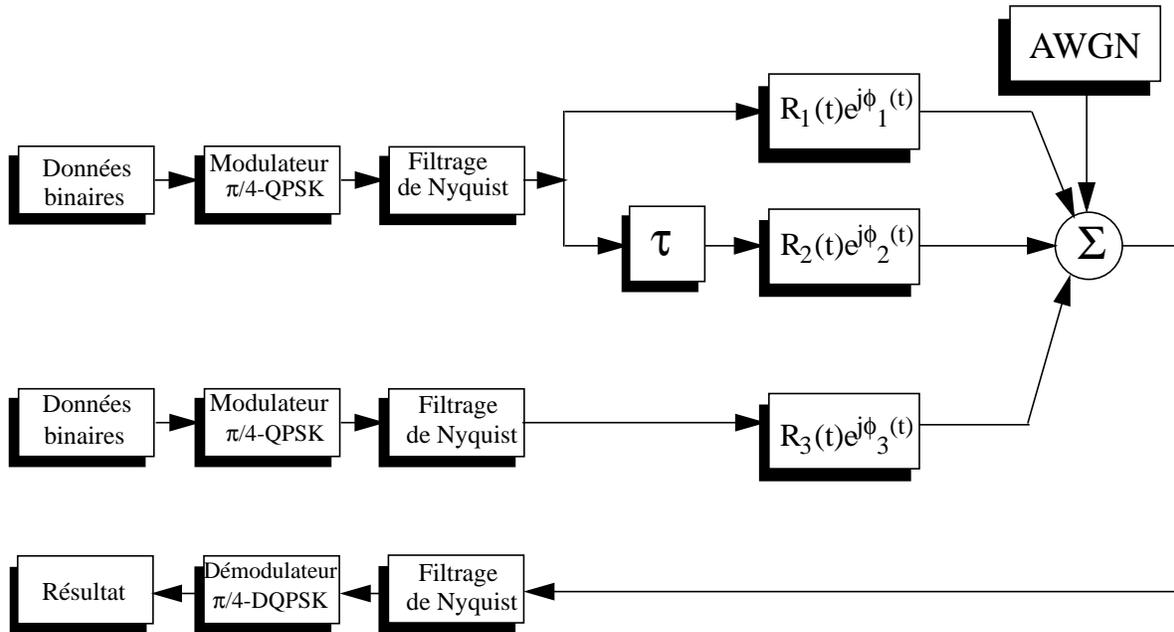


Figure 1 Modèle d'un canal radio-mobile à deux rayons corrompu par un bruit blanc additif gaussien et des interférences entre canaux, avec un système de modulation $\pi/4$ -DQPSK.

Il est important de mentionner enfin, que nous utilisons un logiciel spécialement conçu pour les systèmes de communication qui est le SPW (Signal Processing Worksystem). C'est un logiciel qui fournit une interface graphique d'utilisation pour tous les aspects d'architecture et de simulation des systèmes. Il permet la génération et l'exécution des programmes de simulation et l'affichage des résultats. Les simulations sont portées dans le domaine du temps par un calcul itératif.

Références:

- [1] Y. Akaiwa, Y. Nagata, "Highly efficient digital mobile communications with a linear modulation method", IEEE J. Select. Areas Comm., Vol. SAC-5, no 5, pp. 890-895, Juin 1987.
- [2] Electronic Industries Association IS-54, "Dual-mode subscriber equipment compatibility specification", EIA project number 2215, Décembre 1989.