

1. La numérisation d'un signal analogique nous donne la suite de bits suivante :

1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1

On désire moduler ce signal à l'aide d'une modulation PSK à huit états.

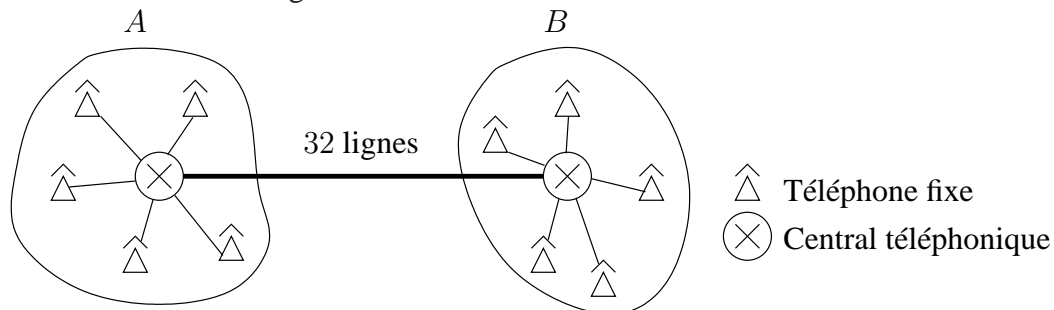
- Donnez le diagramme de constellation de cette modulation. Indiquer clairement la position des différents états sur ce diagramme.
- Dessinez, en fonction du temps, les composantes en phase et en quadrature de phase ainsi que l'amplitude et la phase du signal modulé.
- Si tous les symboles sont équiprobables, déterminez la densité spectrale de puissance.
- Que vaut la densité spectrale de puissance si, pour des raisons de choix de protocole, la séquence 001 n'est jamais présentée à l'entrée du modulateur ?

N'oubliez pas de mentionner votre nom!

août 2005

Prière de répondre aux questions sur des feuilles séparées!

2. Deux centraux téléphoniques A et B sont reliés entre eux par un lien comportant 32 lignes, comme le montre la figure suivante



Suite à la libéralisation du marché des télécommunications, l'opérateur historique (H) doit permettre le transport du trafic d'un opérateur alternatif (O) sur le même tronçon. Il en résulte que la voie A-B est utilisée conjointe par les opérateurs H et O.

Il se fait que, pour des raisons de différenciation tarifaire, l'occupation des lignes diffère entre les opérateurs. Ainsi, pour l'opérateur H, le trafic se caractérise comme suit. Sur base d'une durée d'observation de 20 minutes, le nombre moyen d'appels entre le central A et le central B est égal à 35, pour une durée moyenne de communications de 3 minutes. Par contre, pour l'opérateur O, le nombre moyen d'appels passe à 42 pour une durée moyenne de 8 minutes, sur base d'une même période d'observation.

Ces hypothèses sont valables pour l'ensemble de la question.

- Calculez la probabilité qu'il y ait 7 appels entre A et B sur un intervalle de temps de 10 minutes.
- Calculez la probabilité de blocage du lien.
- Quel est l'opérateur dont le trafic est majoritaire ?
- À quelle valeur faudrait-il réduire la durée moyenne des appels de l'opérateur au trafic majoritaire pour arriver à une probabilité de blocage inférieure à 0,003.

3. Un opérateur de réseau de mobilophonie souhaite dimensionner son réseau DCS pour une ville de grande taille.

On supposera que le modèle de COST 231 HATA est applicable et que les effets dus à la hauteur du mobile sont négligeables. La puissance de l'antenne d'émission est de $100 [W]$ et son gain vaut $20 [dB]$.

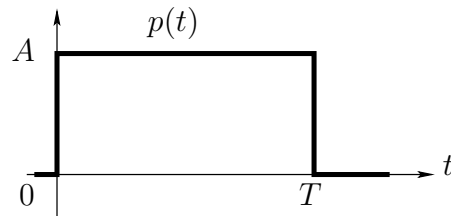
- (a) Calculez le rayon maximal de la cellule si l'antenne se situe à une hauteur de $30 [m]$.
- (b) On désire se prémunir des effets de masquage et obtenir un pourcentage de couverture de 95% , déterminez la marge qu'il est nécessaire d'ajouter.
- (c) Que devient la portée maximale de la cellule si on tient compte de la marge calculée au point (b) et du souci de l'opérateur de garantir une bonne réception en *deep indoor* ?

N'oubliez pas de mentionner votre nom!

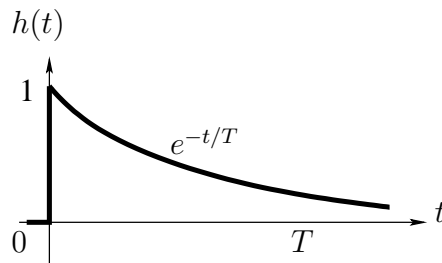
août 2005

Prière de répondre aux questions sur des feuilles séparées!

4. On cherche à caractériser l'effet d'un filtre passe-bande $g(t)$ sur un signal modulé à la fréquence f_c . Pour l'étude, le signal appliqué à l'entrée du récepteur vaut $s(t) = p(t) \cos(2\pi f_c t)$ où $p(t)$ a la forme suivante



Ce signal passe au travers du filtre $g(t)$ d'expression $g(t) = 2h(t) \cos(2\pi f_c t)$ caractérisé par la décroissance exponentielle suivante



Veuillez noter que **le signal** $h(t)$ **est nul pour** $t < 0$.

- Donnez l'expression de l'enveloppe complexe de $s(t)$.
- En distinguant les 3 situations suivantes : (1) $t < 0$, (2) $t \in [0, T]$ et (3) $t > T$, calculez l'expression du signal $y(t)$ obtenu par filtrage de $s(t)$ au moyen de $g(t)$.
- À quel moment t échantillonneriez-vous le signal $y(t)$ pour obtenir une amplitude maximale ? Que vaut $y(t)$ pour cette valeur ?

En pratique, le signal $s(t)$ est entaché d'un bruit additif blanc gaussien, de moyenne nulle, d'expression $n(t) = \text{Re}[z(t)e^{2\pi f_c t}]$ caractérisé par une fonction d'autocorrélation $\Gamma_{zz}(\tau) = N_0\delta(\tau)$. La présence de ce bruit à l'entrée du récepteur induit une incertitude sur la valeur échantillonnée.

- Déterminez la moyenne et la variance du signal échantillonné au temps $t = T$.
Indication : pour le calcul de la variance, veuillez à **ne pas utiliser l'expression de la densité spectrale** de puissance.
- Quel est le rapport signal à bruit, $\frac{S}{N}$, de la valeur échantillonnée ?

Enfin, on veut comparer l'utilisation du filtre $g(t)$ à celle d'un filtre lorsque $h(t)$ est adapté à la forme d'onde $p(t)$.

- Sans calcul, déterminez si, d'un point de vue théorique ou pratique, il vaut mieux utiliser une forme d'onde adaptée à $p(t)$ ou l'exponentielle $h(t)$.
- Calculez et comparez ensuite ce rapport signal à bruit à celui obtenu au point (e). Évaluez la différence en [dB].