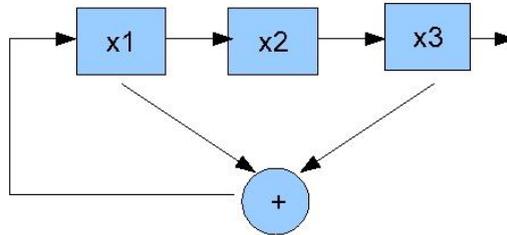


Rémi Flamary

Exercice 1 Séquence pseudo-aléatoire

On considère le registre à décalage à 3 étages et l'additionneur modulo 2 :



1. Calculer la sortie lorsque l'état initial est 100.
2. La séquence obtenue est-elle de longueur maximale ?
3. Représenter son autocorrélation sur une période et commenter l'aspect aléatoire de cette séquence.

Exercice 2 Étalement de spectre : DS

On considère un signal binaire $x(t)$ à transmettre par étalement de spectre Ses deux niveaux sont codés sur +1V pour 0 et sur -1V pour 1. On mesure $x(t)$ pendant un certain temps et on trouve +1V pour $t \in [0, T]$ et -1V pour $t \in]T, 2T]$.

On veut utiliser la séquence $g(t) = 01011$ alliée à une constellation BPSK pour la transmission afin d'effectuer un étalement de spectre par séquençage direct de $x(t)$. On appelle $b(t)$ la séquence binaire obtenue après séquençage, $p(t)$ la phase résultante de la porteuse, $d(t)$ le saut de phase déduit du code $g(t)$ au récepteur, $p'(t)$ la phase après déséquençage, et $x'(t)$ les données démodulées.

1. Quelle sera la durée T_c d'un chip ?
2. Représenter sur un même schéma $x(t), g(t), b(t), p(t), d(t), p'(t)$ et $x'(t)$.
3. Quel est le gain du DS dans ce cas ?

Exercice 3 Étalement de spectre : FH

On considère deux systèmes visant à transmettre des données de débit $R=150$ bits/s.

— Un système de modulation 8-FSK autour de $f_0= 300$ kHz, et pour lequel le codage est le suivant :

000	$f_1 = f_0 - 175$ Hz
001	$f_2 = f_0 - 125$ Hz
010	$f_3 = f_0 - 75$ Hz
011	$f_4 = f_0 - 25$ Hz
100	$f_5 = f_0 + 25$ Hz
101	$f_6 = f_0 + 75$ Hz
110	$f_7 = f_0 + 125$ Hz
111	$f_8 = f_0 + 175$ Hz

— Un système SFH à 1 hop/symbole utilisant la modulation 8-FSK ci-dessus, plus un générateur pseudo-aléatoire délivrant des mots binaires de valeur k et de longueur 18 bits. Les hops du système SFH sont déterminés par la loi :

$$f = 800 \text{ MHz} + k\delta f$$

où $\delta f = 1$ kHz est la séparation entre deux canaux adjacents.

1. Quels sont la bande W et le nombre de canaux utilisés par le système SFH ?
2. Quel est son gain par rapport au système 8-FSK ?
3. Les deux premiers mots du générateur sont 100000000000000001 et 000000000000000011. Quelles sont les fréquences des symboles émis pour la séquence 010110 pour chaque système ?
4. Pour un système FFH à durée de chip valant 10ms, quelles seraient les fréquences des 2 premiers chips transmis ?
5. Comment pourrait-on utiliser le système SFH pour un mode d'accès multiple (FH-CDMA) ? Précisez le lien avec le TDMA et le nombre maximal d'utilisateurs dans ce cas.
6.
 - a) Quelle devrait être la cadence du générateur aléatoire d'un système à étalement par séquence directe qui viserait le même gain que ce système SFH ?
 - b) Quelle devrait être la longueur de la séquence directe utilisée ?

Exercice 4 DSSS-CDMA

Un système DSSS-CDMA utilise une séquence pseudoaléatoire de période $p=15$. Le code de chaque utilisateur i est la séquence décalée de i . Dans l'intervalle $[0 T]$, les signaux à transmettre à chaque utilisateur sont notés V_i et valent aléatoirement $+1$ ou -1 . On propose de montrer comment, au récepteur, l'utilisateur i retrouve bien le signal V_i qui lui est destiné.

1. Donner le nombre maximal d'utilisateurs pour ce système.
2. Écrire le signal somme $s(t)$ (contenant tous les utilisateurs) qui est transmis dans le canal.
3. On néglige le bruit et la distortion causée par le canal. Le récepteur i reçoit donc le signal $s(t)$. Calculer ce que devient ce signal s'il est multiplié par le code de l'utilisateur i et intégré pendant le temps T .
4. Montrer que le terme d'interférences lié aux signaux des autres utilisateurs apparaît comme une variable aléatoire S de moyenne nulle qui s'ajoute à V_i . Donner son écart type.
5. En déduire que le signal de l'utilisateur i est statistiquement correctement restitué en intégrant le signal somme multiplié par le code de l'utilisateur i .

Exercice 5 ADSL

Un utilisateur veut télécharger en entier une bande annonce du film Phantom Protocol qui contient au total 147,2 Mb. Sa ligne ADSL peut utiliser au maximum $N_1=32$ sous-porteuses (canaux) modulées en QAM avec 15 bits/symbole chacune. Mais au moment où l'utilisateur se connecte, la machine -à-laver de son voisin se met en marche. Ceci a pour effet d'émettre des ondes parasites qui créent de fortes interférences sur 16 sous-porteuses. Par conséquent, les constellations QAM sur ces canaux bruités sont codées à 8 bits/symbole seulement. L'utilisateur décide néanmoins de télécharger la bande annonce.

1. Combien de bits N_b une trame va-t-elle contenir ?
2. Si chaque sous-porteuse est modulée à $N_2=4000$ symb./sec, combien valent la période symbole et la bande dans chaque canal ?
3. Quel est le nombre de trames transmises par seconde ?
4. En déduire le débit brut D_b du lien descendant (downstream).
5. On suppose que le codage canal utilisé a un code rate de 0,95. Quel est par conséquent le débit utile D_u ?
6. Quel est le temps que l'utilisateur devra attendre avant d'avoir téléchargé en entier la bande annonce ?
7. Pendant le téléchargement, l'utilisateur se demande combien de temps il aurait eu à attendre si son voisin n'avait pas fait sa lessive à ce moment-là (si les constellations QAM de toutes les porteuses avaient pu être codées sur 15 b/symb.). Quelle est la réponse ?