

Projets diffusion d'images sur un lien DVB S2

Partie II : mécanisme de modulation et de codage adaptatif effet de non linéarités

Charly Poulliat, Bouchra Benammar

1 Introduction

Introduction L'objectif est d'une part la mise en oeuvre d'un mécanisme d'adaptation de type AMC (Adaptive Modulation and Coding) pour garantir un taux d'erreur cible en réception. D'autre part, on étudiera l'effet des non-linéarités sur le signal reçu et l'influence sur les performances.

2 Mise en oeuvre d'un mécanisme AMC

Dans un premier temps, on considérera que le modèle échantillonné bande de base équivalent. On suppose que les courbes de performance de différents couples modulations/rendement de codage ont été obtenues en fonction du rapport signal sur bruit codé (E_s/N_0). De ces courbes, on peut alors déduire des seuils en E_s/N_0 qui permettent de sélectionner les couples AMC qui permettent d'avoir la plus grande efficacité spectrale sous un taux d'erreur binaire cible. Ainsi, si on suppose que le signal varie d'une trame à l'autre et que l'on dispose d'une information du canal par une voie de retour, on peut déterminer le couple à sélectionner. Le but est d'ici d'illustrer les performances dans un cadre idéalisé et pour un canal qui varie de trame en trame. Dans les faits, le canal reste stationnaire sur un nombre de trame largement supérieur, rendant possible l'utilisation d'une voie de retour pour les applications satellite. Pour évaluer les performances et la mise en oeuvre d'un tel système, on adoptera la démarche suivante

1. Modèle de canal à évanouissements par bloc :

pour chaque mot de code, on aura le modèle suivant échantillonné suivant :

$$y[n] = hc[n] + b[n]$$

où h est une variable aléatoire qui suit une loi de Rayleigh et telle que $\mathbb{E}(|h|^2) = 1$. On pourra utiliser par exemple la fonction *raylrnd()* pour la mise en oeuvre de ce modèle.

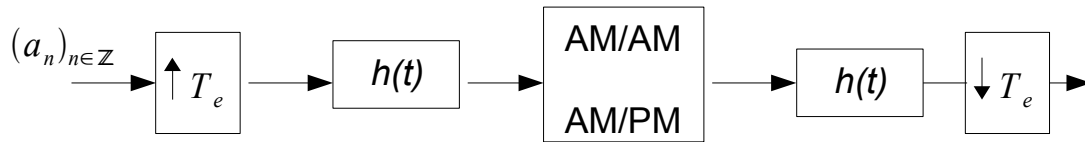


FIGURE 1 – Schéma de principe d’une chaîne de transmission avec une non linéarité

```
function r = raylrnd(b,varargin)
%RAYLRND Random arrays from the Rayleigh distribution.
% R = RAYLRND(B) returns an array of random numbers chosen from the
% Rayleigh distribution with parameter B. The size of R is the size of
% B.
%
% R = RAYLRND(B,M,N,...) or R = RAYLRND(B,[M,N,...]) returns an
% M-by-N-by-... array.
%
% See also RAYLCDF, RAYLINV, RAYLPDF, RAYLSTAT, RANDOM.
%
% RAYLRND uses a transformation method, expressing a Rayleigh
% random variable in terms of a chi-square random variable.
```

Montrer alors que la connaissance de h permet de considérer un canal Gaussien dont le rapport signal sur bruit instantané sera explicité. En déduire la stratégie à adopter au cours des différentes réalisations de canal pour s’adapter aux variations en puissance.

2. Calcul des performances :

Pour illustrer les performances, on déterminera le débit atteignable en nombre de bits correctement reçus sur le nombre total de bits émis pour différents rapport signaux à bruit moyens.

3 Effet de non linéarités

Dans cette partie, nous allons voir l’effet de non-linéarités sur une transmission satellitaire. Le schéma de principe de la transmission est alors donné par la figure 1.

Après émission, on modélise l’effet des non linéarités dû aux amplificateurs par un modèle déterministe qui donne la réponse en amplitude et en phase de l’amplificateur en fonction de l’amplitude du signal en entrée. Le modèle le plus répandu est le modèle dît de *Saleh*. Les paramètres associés à ce modèle et l’illustration de la réponse de l’amplificateur sont donnés figure 2. Le paramètre IBO (Input Back-Off) correspond au recul en dB que l’on prend sur la puissance du signal en entrée pour limiter l’effet des non-linéarités. Pour mettre en oeuvre ce modèle on utilisera pour cela la fonction fournie donnée par la description suivante :

```
function y = nonlinearity(vec,ibo_dB,alpha_a,beta_a,alpha_phi,beta_phi)
% Non linear transFormation of the input vector following Saleh's model
% Inputs :
%   Vec : The vector to be transformed by the nonlinearity
%   ibo_dB : The input backoff towards the saturation power.
%   alpha_a , beta_a : The AM/AM parameters
%   alpha_phi , beta_phi : The AM/PM parameters
% Outputs :
%   y = AMAM(vec).*exp(1j.*( AMPM(vec) + angle(vec)));
```

Un exemple de code Matlab est donné dans la suite qui montre comment on peut insérer l'effet des non-linéarités dans la chaîne.

```
% Inserting non linearity :
nl_signal_tx = nonlinearity(signal_tx ,IBO_dB(ibo) , alpha_a,beta_a,alpha_phi,beta_phi)←
;

% Noise parameters
P=Ts.*mean(abs(nl_signal_tx).^2);          % Non linearity Signal power * Ts

% Passage dans le canal
Es_N0=10^(Es_N0_dB(snr)/10); % Normalized
sigma_2 = P/(2*(Es_N0));      % Noise variance
noise = sqrt(sigma_2)*randn(1,length(nl_signal_tx))+ ...
        1j*sqrt(sigma_2)*randn(1,length(nl_signal_tx));
noisedsig = nl_signal_tx + noise;

% Visualize received signal
scatterplot(noisedsig)

% Receiver
signal_rx = filter(srcc,1,noisedsig);

% eyediagram(real(signal_rx(1:1000)),Ts);

% Sampling and normalization
sig_rx_samp = signal_rx(length(srcc):Ts:end);
sig_rx_samp = sqrt(10/mean(abs(sig_rx_samp).^2)).*sig_rx_samp;
```

Le travail à réaliser sera le suivant :

1. Analyser l'effet des non-linéarités sur le signal reçu en fonction de l'IBO et de la modulation. On pourra regarder pour comparaison l'effet sur une 16-QAM pour bien comprendre l'intérêt des modulations utilisées dans le standard DVB-S2 ;
2. Caculer le taux d'erreur en sortie de démodulateur dure avant décodage canal et comparer l'influence de l'IBO ;
3. On peut compenser l'effet de l'amplificateur sur la phase en compensant au récepteur la phase connaissant la réponse de l'amplificateur. Pour compenser la phase, on utilisera la fonction sur le signal échantillonné au temps symbole.

```
function y = nonlin_phase(IBO_dB , alpha_phi,beta_phi)
% Provides the phase value at a certain input back-off based on the Am-PM
% parameters
```

$$\alpha_a=1.96; \beta_a=0.99; \alpha_\phi=2.53; \beta_\phi=2.81.$$

$$AM - AM(r) = \frac{\alpha_a r}{1 + \beta_a r^2}$$

$$AM - PM(r) = \frac{\alpha_\phi r^2}{1 + \beta_\phi r^2}$$

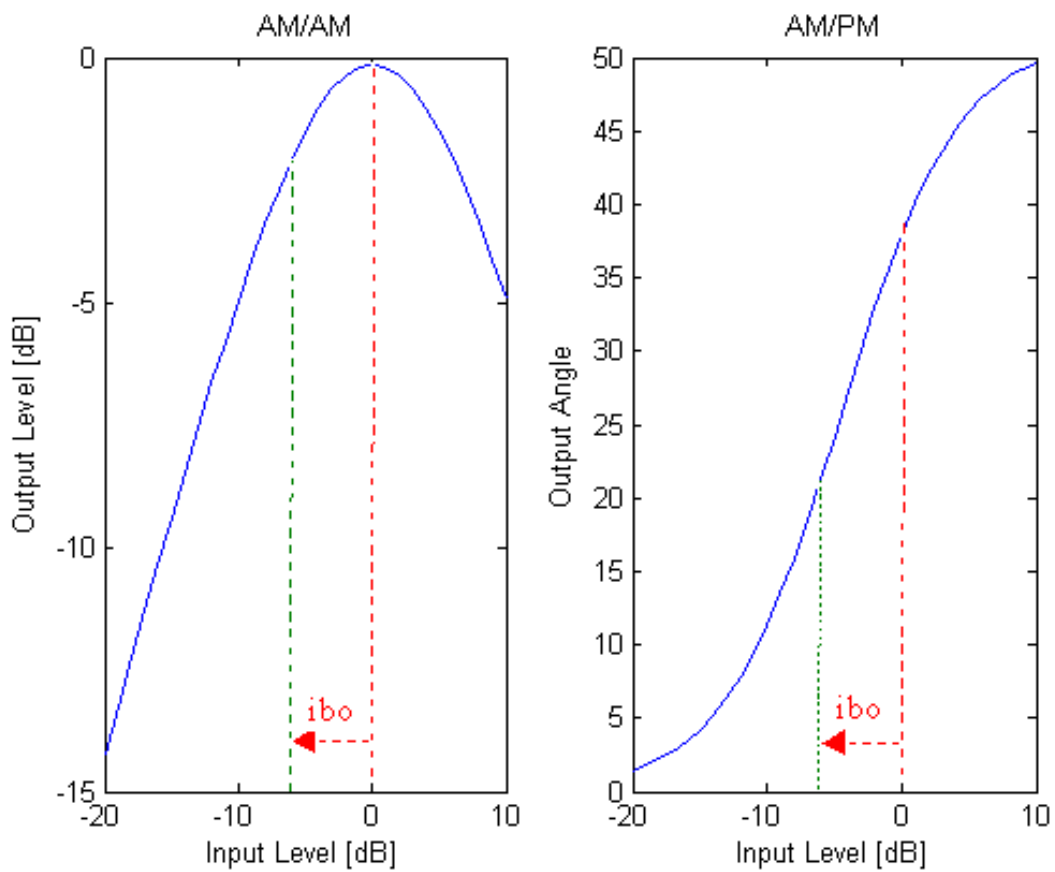


FIGURE 2 – Modèle de Saleh

4. Analyser les performances avec décodage canal sans prise en compte de la puissance de l'interférence générée. Que pouvez-vous conclure ?
5. On va maintenant étudier le terme d'interférence résiduel après compensation de la phase. Dans le cas sans bruit, regarder la distribution du bruit. Que pouvez vous en déduire ? Proposer une méthode pour estimer dans ce cas la variance de l'interférence.
6. Que pouvez vous proposer pour tenter d'améliorer les performances en décodage canal ?