

Rapport de système de transmission

Projet : Conception d'une transmission série.

But du projet : Nous essaierons de modéliser une transmission de donnée entre un terminal et un modem au moyen de deux types de modulation, ASK et FSK

Première séance : Détection en présence de bruit

Préparation n°1

Calculer tout d'abord la valeur théorique de la puissance d'un signal sinusoïdal d'amplitude A (rappel : c'est la moyenne du signal élevé au carré).

En déduire celle d'un signal FSK.

Même travail pour un ASK en admettant que le message binaire comporte autant de 0 que de 1.

On calcule les valeurs théoriques de la puissance d'un signal sinusoïdal

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T A^2 \sin^2(\omega t) dt$$

$$\text{Donc } P_{(FSK)} = \frac{1}{T} \int A^2 \sin^2(2\pi\omega t) dt = \frac{A^2}{T} * \frac{T}{2} = \frac{A^2}{2}.$$

On sait que la puissance d'un signal **ASK** vaut la moitié de la puissance d'un signal FSK, on obtient donc :

$$P_{(FSK)} = \frac{A^2}{2} \text{ et } P_{(ASK)} = \frac{A^2}{4}$$

Question 1 : Téléchargez le circuit en ligne et simuler sur COMSYL7 en utilisant la partie adéquate du montage donné. Relevez les valeurs des puissances des signaux ASK et FSK. Comparer avec des valeurs théoriques.

On considère le circuit suivant :

- Amplitude : **1**
- Puissance du signal $FSK = \frac{1}{2}$ (≈ 0.499754)
- Puissance du signal $ASK = \frac{1}{4} = 0.25$.

Le résultat donne une puissance de 0.48378 (environ) lié à une racine carré à l'intérieur du module ASK.

On calcul donc l'écart relatif pour les deux modulations $FSK = \left(\frac{0.5 - 0.499754}{0.5} \right) * 100 = 0.04\%$ et ASK via analogie donne $\approx 3.3945\%$.

Télécharger le circuit disponible en ligne. Le compléter de manière à simuler simultanément les canaux ASK et FSK avec le même bruit.

Question 2 : Simuler ce circuit pour différentes puissances de bruits en manipulant l'étage de gain du composant.

Formule de cours : $RSB_{(dB)} = 10 \log \left(\frac{\text{Puissance du signal}}{\text{Puissance du bruit}} \right)$

Tableau comparatif des performances des modulations

Gain (10^6)	FSK	ASK	RSB	PB	Qualité du FSK	Qualité du ASK
1	0.5	0.48	14.021	$\approx 2.39. 10^{-2}$	Bonne	Bonne
2	0.5	0.48	7.009	$\approx 9.85. 10^{-2}$	Bonne	Bonne
4	0.5	0.48	1.105	0.372231	Bonne	Bonne
5	0.5	0.48	- 0.865	0.623345	Bonne	Bonne
10	0.5	0.48	- 6.90	2.398439	Bonne	Mauvaise
20	0.5	0.48	-12.73	9.88371	Mauvaise	Mauvaise

En comparant un signal de modulation FSK et ASK, on se rend compte que le signal FSK réagit mieux à l'augmentation du bruit. On arrive à démoduler jusqu'à un gain supérieur à 10.11^6 .

A l'inverse, la modulation ASK est impossible à démoduler en bonne qualité à partir d'un gain légèrement supérieur à 5.10^6

Question 3 : En général, toute transmission de signal est affectée par le Bruit, que l'on a modélisé par le bruit blanc dans ce cas. Donnez une méthode pour réduire le bruit à la réception, en précisant les paramètres et leurs valeurs.

Deuxième séance du projet

Préparation 1 :

Se reporter au schéma de la PLL et développer l'expression du produit $p(t) = y(t) * z(t)$. Montrer qu'un filtrage particulier appliqué au produit $p(t)$ permet la détection du déphasage ϕ .

Expliciter l'expression de l'erreur de phase $\varepsilon(\phi)$ en se plaçant dans l'approximation $\sin \alpha \approx \alpha$ pour $\alpha \ll 1$.

D'après nos connaissances et le schéma du sujet, on développe l'équation donnée :

$$p(t) = \sin(\omega_p t + \phi) \cos(\omega_p t + \phi)$$

$$p(t) = \sin(2\omega_p t + \phi) - \sin(\omega_p t + \phi) \cos(\omega_p t + \phi)$$

$$p(t) = \frac{1}{2}(\sin(2\omega_p t + \phi) + \cos\phi) + \frac{1}{2}(-\sin(\omega_p t + \phi))$$

$$p(t) = \frac{1}{2}(\sin(2\omega_p t + \phi) - \sin\phi)$$

Par conséquent, nous isolerons le déphasage avec un passe bas dont la fréquence de coupure sera égale à ϕ ($< 2\omega_p$).

Préparation 2 :

II L'oscillateur commande en tension (V.C.O)

Saisir un VCO (Comm/Signal_Sources_VCO_Real) dans une autre fenêtre de COMMSIM et procéder à son paramétrage comme cela est indiqué (figure 1)

Question1 : Mesurer à partir de son spectre, la fréquence des oscillations pour une entrée de commande nulle : $V_k = 0$.

Refaire la même expérience pour $V_k = 1 \text{ Volt}$ et $V_k = -1 \text{ Volt}$. Commentaires.

En déduire la linéarité de la fréquence de l'oscillateur en fonction de sa commande d'entrée V_k , de sa sensibilité

On configure le circuit comme demandé dans l'énoncé puis on mesure son spectre.

Cas 1 : Le spectre de $V_k = 0 \text{ Volt}$. On observe un pic à 1500 Hz dans le plot.

Cas 2 : Le spectre de $V_k = 1 \text{ Volt}$. On observe un pic à 1600 Hz dans le plot.

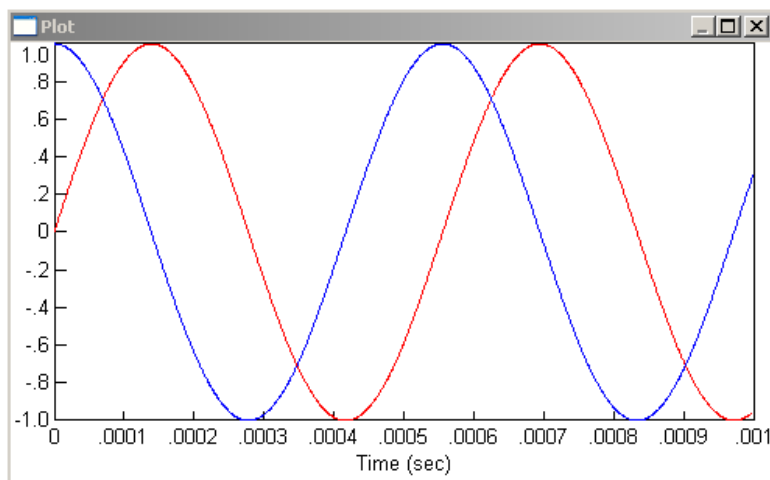
Cas 1 : Le spectre de $V_k = -1 \text{ Volt}$. On observe un pic à 1400 Hz dans le plot.

En faisant varier V_k , on observe une variation de $\pm 100 \text{ Hz}$ dans les fréquences, proportionnel à la variation des volts : on constate donc la linéarité de la fréquence de l'oscillateur en fonction de sa commande d'entrée.

Question 2 : Mesurer le déphasage entre la sortie du VCO et un signal sinusoïdal de la même fréquence pour $V_k = 0 \text{ Volt}$ avec 'lital_Phase (deg)' = 0.

Il s'agit ici de démoduler le signal FSK au moyen d'une boucle à verrouillage de phase. Il semble donc logique de centrer la fréquence du VCO sur $\text{CenterFrequency} = \frac{f_0 + f_1}{2} = 1\,800 \text{ Hz}$

On observe le spectre du circuit pour mettre en évidence le déphasage.



- $\Delta t = 0,00014 \text{ seconde}$

- $T = 0,00055$

$$\alpha = \frac{2\pi \cdot \Delta t}{T} = 1,6 \text{ Radian}$$

Ou

$$\alpha = \frac{360 \cdot \Delta t}{T} = 91,63^\circ \text{ degrés.}$$

Question 3 : Examinons donc rapidement un simple verrouillage à 1800 Hz.
Saisir une PLL, donc une boucle contenant : un multiplicateur, un filtre passe-bas et un VCO (voir figure 1) avec un filtre d'ordre $n = 1$ et de fréquence de coupure $F_c = 10$ Hz.
Justifiez le choix de ces différents paramètres.

Si le signal modulé passe par un filtrage spécifique qu'on associe à une détection quadratique, la sortie restitue une information similaire à celle du message modulant en entrée. La fréquence de coupure est de comme celle de la porteuse à la différence de l'amplitude qui est divisée par deux (par apport au signal modulant). Le signal n'est donc pas efficient.

C'est un filtre d'ordre 5 qui assure une optimisation adéquate.

On remarque que l'information est correctement retransmise mais la modulation ASK diminue l'amplitude des raies de moitié.