

Formulaire

Relations trigonométriques

$$\cos(A \pm B) = \cos A \cos B \mp \sin A \sin B \quad (1)$$

$$\sin(A \pm B) = \sin A \cos B \pm \cos A \sin B \quad (2)$$

$$\cos A \cos B = \frac{1}{2}(\cos(A - B) + \cos(A + B)) \quad (3)$$

$$\sin A \cos B = \frac{1}{2}(\sin(A - B) + \sin(A + B)) \quad (4)$$

$$\sin A \sin B = \frac{1}{2}(\cos(A - B) - \cos(A + B)) \quad (5)$$

Transformées de FOURIER

$$\text{rect}\left(\frac{t}{T}\right) \leftrightarrow T \text{sinc}(fT) \quad (6)$$

$$\text{sinc}(2Wt) \leftrightarrow \frac{1}{2W} \text{rect}\left(\frac{f}{2W}\right) \quad (7)$$

$$e^{-at}u(t), a > 0 \leftrightarrow \frac{1}{a + 2\pi jf} \quad (8)$$

$$e^{-a|t|}, a > 0 \leftrightarrow \frac{2a}{a^2 + (2\pi f)^2} \quad (9)$$

$$e^{-\pi t^2} \leftrightarrow e^{-\pi f^2} \quad (10)$$

$$\delta(t) \leftrightarrow 1 \quad (11)$$

$$1 \leftrightarrow \delta(f) \quad (12)$$

$$\delta(t - t_0) \leftrightarrow e^{-2\pi jft_0} \quad (13)$$

$$e^{2\pi jfc} \leftrightarrow \delta(f - f_c) \quad (14)$$

$$\cos(2\pi fct) \leftrightarrow \frac{1}{2}[\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)] \quad (15)$$

$$\sin(2\pi fct) \leftrightarrow \frac{1}{2j}[\delta(f - f_c) - \delta(f + f_c)] \quad (16)$$

$$\text{sgn}(t) \leftrightarrow \frac{1}{\pi jf} \quad (17)$$

$$\frac{1}{\pi t} \leftrightarrow -j \text{sgn}(f) \quad (18)$$

$$\sum_{i=-\infty}^{+\infty} \delta(t - iT_0) \leftrightarrow \frac{1}{T_0} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta\left(f - \frac{n}{T_0}\right) \quad (19)$$

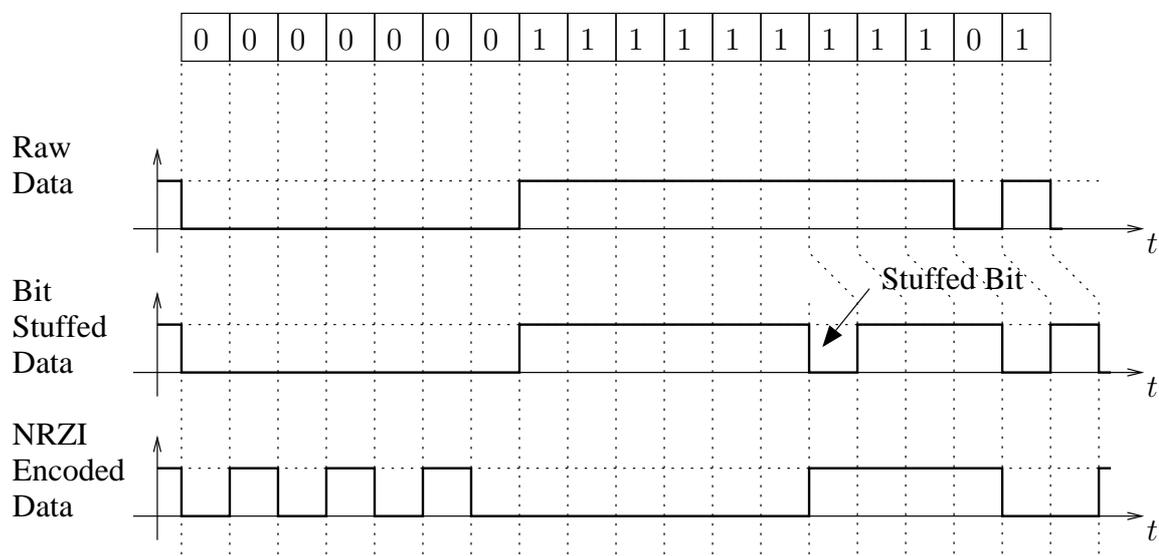
1. (a) Énoncez le nom de toutes les couches du modèle OSI.
(b) Quels sont les différences entre le modèle en couches OSI et le modèle Internet ?

2. (a) Définissez le concept de modulation angulaire.
(b) Faites le calcul complet de l'analyse spectrale de la modulation de fréquences analogique pour un signal modulant cosinusoidal $A_c \cos(2\pi f_c t)$. Que vaut la largeur de bande ?

3. La norme de transmission USB utilise une forme particulière d'encodage NRZ pour transmettre des données ; il s'agit de l'encodage NRZI, qui est un codage différentiel, c'est-à-dire qu'il regarde la valeur de 2 symboles consécutifs.

Pour l'encodage NRZI, un symbole "0" est toujours représenté par une transition (montante ou descendante) alors que la présence d'un symbole "1" se traduit par le maintien du niveau précédent.

La figure fournie ci-après montre comment on passe d'une série binaire codée en NRZ (deuxième ligne, *Bit Stuffed Data*) à un signal codé en NRZI (troisième ligne, *Encoded Data*). Malheureusement, cet encodage NRZI produit un signal constant en présence d'une longue succession de symboles "1", ce qui rendrait toute synchronisation délicate. Afin de faciliter la synchronisation au niveau du récepteur, des transitions artificielles sont créées en insérant systématiquement un "0" après six "1" consécutifs. Cette technique est appelée "remplissage" (*Bit Stuffing*). Ce mécanisme est illustré par le passage du premier au second signal à la figure fournie ci-après.



- (a) La séquence obtenue après remplissage a nécessairement une longueur L_2 plus grande ou égale à celle de la séquence brute L_1 . Estimez le rendement $\frac{L_1}{L_2}$ de l'opération de remplissage si on admet que les symboles "0" et les "1" sont équiprobables et non-corrélés.
- (b) Dans l'hypothèse où les symboles sont équiprobables et non-corrélés, déterminez la densité spectrale de puissance du signal NRZI.

Rappel : la densité spectrale de puissance vaut :

$$\gamma_g = \|\Phi(f)\|^2 \frac{1}{T} \left[\sigma_A^2 + \mu_A^2 \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \frac{1}{T} \delta\left(f - \frac{m}{T}\right) \right]$$

- (c) Déterminez graphiquement l'allure des signaux après remplissage (*Bit Stuffed Data*) et après encodage (*NRZI Encoded Data*) pour les données brutes suivantes : 0010 0101 1111 110.
- (d) Comment implémenteriez-vous un système de détection par filtre adapté pour un signal NRZI ?
- (e) Gagnerait-on à utiliser un codage de MANCHESTER plutôt qu'un codage NRZI ? Commentez votre réponse.

N'oubliez pas de mentionner votre nom!

juin 2007

Prière de répondre aux questions sur des feuilles séparées!

4. (a) Définissez la notion d'aire effective.
- (b) Que vaut l'aire effective dans le cas d'un dipôle de HERTZ ?
- (c) Établissez l'expression du bilan de puissance pour la propagation en espace libre. Vaut-il mieux travailler à basse ou haute fréquence ? Commentez votre réponse.

5. Cette question porte sur le dimensionnement du système de positionnement GALILEO (équivalent européen du système GPS).

GALILEO utilise notamment la bande de fréquence de 1164 [MHz] à 1214 [MHz]. Les satellites de la constellation GALILEO sont situés à une distance de 24 000 [km] de la surface de la terre. L'antenne à bord d'un satellite est du type parabolique et possède un gain de 10 [dB]. Nous considérerons le pire des cas où le défaut d'alignement d'émission α_E est égal à $\theta_{3dB}/2$. Le défaut d'alignement à la réception est négligé.

Les pertes dues à l'atmosphère sont estimées à 0,3 [dB]. Les pertes dans le circuit d'émission sont de 1 [dB]. Les pertes dans le circuit de réception sont de 0,15 [dB].

Le gain des antennes des récepteurs est modeste, typiquement de 3 [dB]. Les récepteurs GALILEO nécessitent un rapport signal à bruit minimum de 10 [dB] pour fonctionner correctement. La densité spectrale de bruit estimée dans la bande de fréquence considérée est de $N_0/2 = 10^{-25}$ [W/Hz].

- (a) Déterminez la sensibilité d'un récepteur. La sensibilité est la valeur minimum du signal à l'entrée du récepteur nécessaire au bon fonctionnement de celui-ci. Exprimer la sensibilité en [dBW] et en [dBm].
- (b) Déterminez l'affaiblissement en espace libre.
- (c) Déterminez la puissance d'émission minimum requise sur un satellite pour dépasser la sensibilité d'un récepteur dans les conditions données.
- (d) Déterminez l'ouverture à 3 [dB], le diamètre et l'aire effective de l'antenne d'émission si l'efficacité de celle-ci est égale à 0,6.
- (e) Définissez et déterminez le PIRE.