

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Soit le signal

$$x(t) = 1 + 2 \sin^2(2\pi 500t)$$

- (a) **Calculez et dessinez** le spectre du signal $x(t)$.
- (b) Ce signal possède-t-il une composante continue ?
- (c) Si ce signal est modulé à l'aide d'une modulation d'amplitude à porteuse supprimée (DSB-SC) de fréquence porteuse 2200 [Hz], déterminez graphiquement et analytiquement le spectre du signal.
- (d) Donnez l'expression analytique et un schéma de la méthode qui permet de démoduler le signal précédent.

On décide à présent de numériser le signal.

- (e) Quelle est la fréquence d'échantillonnage minimale pour le signal $x(t)$?
- (f) Considérons une fréquence d'échantillonnage de 2200 [Hz] et une quantification sur 4 bits. Dessinez la courbe de quantification de type *mid-rise*.
- (g) Quel est le débit binaire du signal calculé au point précédent ?
- (h) Si le récepteur est contraint de stocker 3 secondes de ce signal avant de pouvoir le traiter, calculez l'espace mémoire nécessaire en octets (=bytes).
- (i) Soit la série de bits 100001101010, obtenue après numérisation de $x(t)$. Dessinez le signal mis en forme par modulation PAM-8 au départ de cette série de bits.
- (j) Quelle est la bande passante du signal calculée en (i) ?

4. Un satellite géostationnaire situé à 40 000 [km] de la terre émet à une fréquence de 14 [GHz] avec une puissance de 100 [W] en direction de la terre. Son antenne possède un gain de 5 [dB].

À la surface de la terre, ce signal est reçu par une station de base dont l'antenne possède un gain de 15 [dB].

- (a) Calculez la puissance de réception en [dBW], [dBm] et en [W].
- (b) Imaginons que ce message soit codé à l'aide d'un code (6,3) dont la matrice génératrice est

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ce code est-il un code systématique ? Expliquez.

- (c) Déterminez la matrice H de ce code. Prouvez que votre réponse est correcte.
- (d) Combien d'erreurs ce code permet-il de corriger ?
- (e) Les deux mots codés suivant sont reçus par le récepteur : (111001) et (101110)
Sont-ils corrects ? Corrigez les erreurs éventuelles.

5. **[Théorie]** Cette question porte sur certains aspects du réseau GSM.
Soyez le plus complet possible et veillez à donner la signification de tous les acronymes que vous utilisez.
- (a) Quel(s) type(s) de multiplexage utilise-t-on pour les signaux GSM ?
 - (b) Quelles sont les bandes de fréquence utilisées pour la transmission GSM ?