

Nom, prénom, promotion (FI, FP...) :

3/5/2.

Signal et Communication

Module SC4

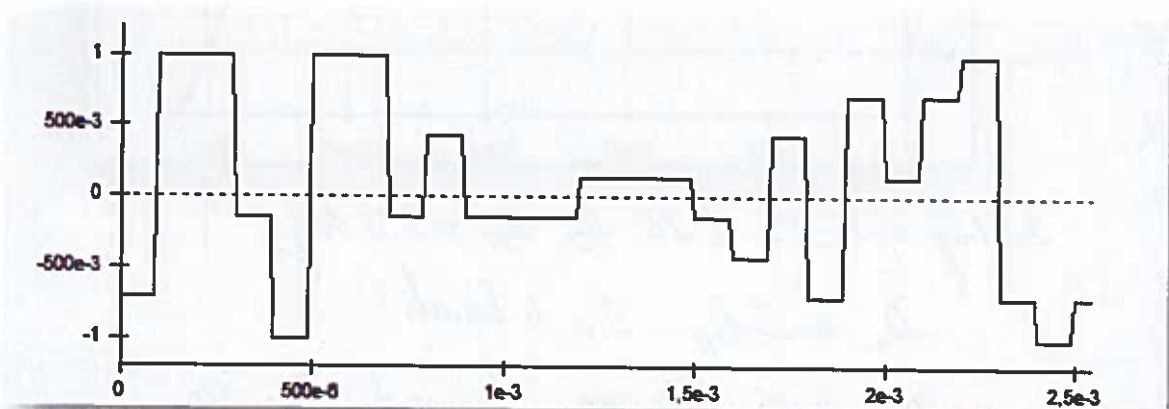
(Répondre impérativement sur ce document)

(Écriture au crayon à mine de graphite ou au stylo rouge interdite)

Document autorisé : aucun

Calculatrice non programmable autorisée (retenez deux décimales pour la précision).

- 1) Donnez en bits par seconde, le débit de la source délivrant le signal ci-dessous :



L'axe des abscisses est gradué en secondes ($10^{-3}=1\text{ms}$) et celui des ordonnées en Volts.

$$10 \text{ symboles en } 1 \text{ ms} \rightarrow T_S = 0,1 \text{ ms} \rightarrow D_c = 10^4 \text{ bauds}$$

$$M = 8 \rightarrow n = 3$$

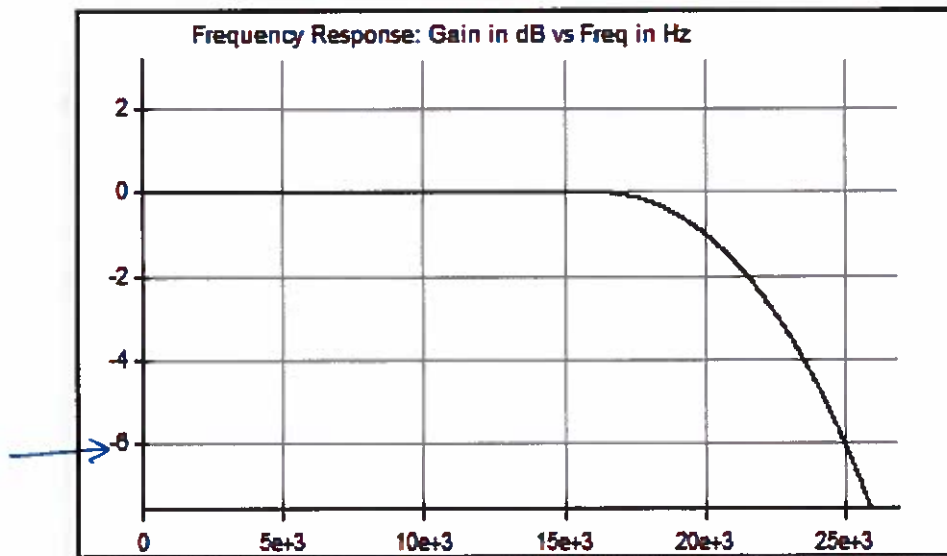
$$D_s = D_c \log_2 M = 10^4 \cdot 3 = 30 \text{ kbits/s}$$

- 2) Calculez la bande passante nécessaire si le signal est mis en forme avec un filtre de « roll-off » α de 0,35 :

$$D_c = 10^4 \text{ bauds} \Rightarrow B_N = 5000 \text{ Hz}$$

$$B_p = B_N(1+\alpha) = 5000 \cdot 1,35 = 6,75 \text{ kHz}$$

- 3) Voici la courbe de réponse d'un filtre de mise en forme d'un signal dont l'axe des ordonnées est gradué en décibels. Calculez le débit source D_s possible si le signal est de valence 32 :



$$20 \log 0,5 = -6 \text{ dB} \rightarrow B_N = 25 \text{ kHz} \quad \uparrow$$

$$D_c = 2B_N = 50 \text{ kbauds}$$

$$D_s = D_c \log_2 M = 50 \cdot 10^3 \cdot \log_2 32 = 250 \text{ kbits/s}$$

- 4) Quel est le rapport signal à bruit S/N nécessaire à l'obtention d'un taux d'erreurs sur les bits de 10^{-5} pour la transmission d'un signal polaire de valence 8 ?

$$P_{e\text{bit}} = \frac{2(M-1)}{M \log_2 M} Q\left(\sqrt{\frac{3}{M^2-1} \frac{S}{N}}\right) = \frac{14}{24} Q\left(\sqrt{\frac{3}{63} \frac{S}{N}}\right)$$

$$= \frac{7}{12} Q\left(\sqrt{\frac{1}{21} \frac{S}{N}}\right)$$

$$10^{-5} \cdot \frac{12}{7} = Q(x) \quad \text{not}$$

$$1,714 \cdot 10^{-5} = Q(x) \rightarrow x = 4,14$$

$$\frac{S}{N} = 4,14^2 \cdot 21 = 359,93 \rightarrow 25,5 \text{ dB}$$

- 5) Quel est le débit théoriquement possible dans un canal de bande passante B_p de 10^6 Hz avec un roll-off α de 0,5 si le rapport signal à bruit est de 25,5 dB ?

$$B_N = \frac{B_p}{1+\alpha} = \frac{10^6}{1,5}$$

$$C = \frac{10^6}{1,5} \log_2(1 + 10^{2,55}) = \frac{10^6}{0,3 \cdot 1,5} \cdot \log_2 10^{2,55}$$

$$= 5,66 \text{ Mbits/s.}$$

- 6) Pour ce même rapport S/N, déterminez la valence d'un signal polaire pour lequel on aurait un taux d'erreurs sur les bits ne dépassant pas 10^{-5} :

$$10^{-5} = \frac{2(M-1)}{M \log_2 M} Q\left(\sqrt{\frac{3}{M^2-1} \cdot 10^{2,755}}\right)$$

correspond à la question ci-dessus $\rightarrow M=8$

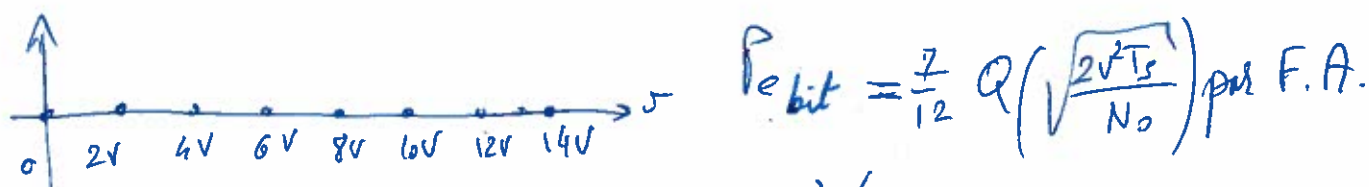
7) Déduisez-en le débit D_s possible dans un canal identique à celui de la question 5):

$$B_p = 10^6 \text{ Hz} \rightarrow B_N = \frac{10^6}{1,5}$$

$$D_C = 2B_N = \frac{2 \cdot 10^6}{1,5}$$

$$D_s = \frac{2 \cdot 10^6}{1,5} \log_2 8 = \frac{6 \cdot 10^6}{1,5} = 4 \text{ Mbits/s}$$

Question bonus : quel serait le taux d'erreur sur les bits, avec le même S/N, si le signal utilisé était unipolaire (il vous faut, pour cela, déterminer la relation permettant de calculer le taux d'erreurs pour un signal unipolaire dont la valence est celle calculée ci-dessus)?



$$P_{\text{moy}} = \frac{V^2(4+16+36+64+100+144+196)}{8}$$

$$= \frac{560V^2}{8} = 70V^2$$

$$E_s = 70V^2 T_s$$

$$E_B = \frac{70}{3} V^2 T_s \rightarrow V^2 T_s = \frac{3}{70} E_B$$

$$P_{\text{e bit}} = \frac{7}{12} Q\left(\sqrt{\frac{6}{70} \cdot \frac{E_B}{N_0}}\right) \quad \frac{S}{N} = \frac{E_B}{N_0} \cdot 2 \log_2 M = 6 \cdot \frac{E_B}{N_0}$$

$$\frac{E_B}{N_0} = \frac{1}{6} \cdot \frac{S}{N}$$

$$P_{\text{e bit}} = \frac{7}{12} Q\left(\sqrt{\frac{1}{70} \cdot \frac{S}{N}}\right)$$

$$= \frac{7}{12} Q\left(\sqrt{\frac{1}{70} \cdot 10^3}\right) = \frac{7}{12} Q(2,25) = \frac{7}{12} \cdot 1,22 \cdot 10^{-2}$$

$$= 7,1 \cdot 10^{-3} > 10^{-5}$$