

L3-STIC-ET L3-STIC-TR
Communications numériques – ETRS601

Date : 21/06/2021

Durée : 1h30

- Une feuille A4 recto verso manuscrite et calculatrice autorisées

1. Questions de cours

Q1. Pour caractériser une chaîne de transmission, on se base sur son débit, sa valence et sa rapidité de modulation.

- Rappeler à quoi correspond chacun de ces paramètres et précisez leur unité.
- Rappeler la relation entre ces 3 paramètres.
- Si on veut augmenter le débit d'une transmission, on peut jouer sur la valence ou la rapidité de modulation. Expliquez pour chaque paramètre quel phénomène physique limite son augmentation.

Q2. Critère de Nyquist

- Énoncez le critère de Nyquist.
- Quel phénomène ennuyeux évite-on en respectant le critère de Nyquist ?

Q3. Diagramme de l'œil

- Dessiner un diagramme de l'œil qui pourrait correspondre à une transmission quadrivalente idéale.
- Dessiner un diagramme de l'œil qui pourrait correspondre à une transmission bivalente bruitée.
- Dessiner un diagramme de l'œil qui pourrait correspondre à une transmission bivalente ayant un problème de synchronisation (jitter).
- Dessiner un diagramme de l'œil qui pourrait correspondre à une transmission ne respectant pas le critère de Nyquist.

2. Transmission en bande de base

Dans une chaîne de transmission en bande de base, on utilise un code défini par :

$$e(t) = \begin{cases} +A & \text{pour } kT_b < t < (k+1/2)T_b \\ -A & \text{pour } (k+1/2)T_b < t < (k+1)T_b \end{cases} \quad \text{pour un bit à « 1 »}$$

$$e(t) = \begin{cases} -A & \text{pour } kT_b < t < (k+1/2)T_b \\ +A & \text{pour } (k+1/2)T_b < t < (k+1)T_b \end{cases} \quad \text{pour un bit à « 0 »}$$

où T est la période d'émission d'un symbole.

Q1. Quels sont la valence de ce signal et l'ensemble des symboles a_k de ce code?

On envoie le signal "11001001"

Q2. Dessiner le chronogramme du message envoyé $e(t)$.

Q3. Comment s'appelle ce code ?

Q4. Qu'est-ce qu'une fonction de codage ? Tracer la fonction de codage $h(t)$ utilisée ici et donner son expression mathématique.

Q5. Donner l'expression du signal $e(t)$ en fonction des a_k et de $h(t)$.

La densité spectrale de puissance $\gamma_e(f)$ de $e(t)$ peut s'exprimer en fonction de la densité spectrale de puissance $\gamma_a(f)$ de $a(t)$ par la relation :

$$\gamma_e(f) = \gamma_a(f) |H(f)|^2$$

Sachant que les symboles a_k sont tous indépendants, la DSP $\gamma_a(f)$ de $a(t)$ s'exprime de la façon suivante :

$$\gamma_a(f) = \frac{\sigma_a^2}{T} + \frac{m_a^2}{T^2} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(f - \frac{k}{T})$$

m_a , σ_a^2 désigne respectivement la moyenne, la variance des symboles a_k .

Q6. Calculer et tracer la DSP $\gamma_e(f)$ du signal $e(t)$. Commenter en précisant les avantages et inconvénients de ce code.

Q7. Proposer un autre code permettant d'obtenir une DSP moins large.

3. Transmission en bande transposée

Soit les deux signaux de modulation suivants :

$$s_I(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_{Ik} \Pi_T(t - kT) \text{ avec } a_{Ik} \in \text{à un alphabet de 2 symboles de -1 V et 1V}$$

$$s_Q(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a_{Qk} \Pi_T(t - kT) \text{ avec } a_{Qk} \in \text{à un alphabet de 2 symboles de -1 V et 1V}$$

On réalise avec ces deux signaux une modulation MAQ.

Q1. Rappeler le principe d'une modulation MAQ.

Q2. D'après l'expression ci-dessus, combien de formes possibles peut prendre le signal $s(t)$.

Quel est alors le nom complet de cette modulation ?

Q3. Dessiner dans un diagramme de constellation les symboles associés à $s(t)$ en fonction des valeurs de a_{Qk} et de a_{Ik} .

Q4. Associer un code binaire à chaque symbole. Pour cela, on respectera les contraintes du code Gray.

Q5. Le signal $s(t)$ peut se mettre sous la forme $s(t) = A_k \cos(\omega_0 t + \varphi_k)$, les valeurs de A_k et φ_k dépendant de a_{Qk} et a_{Ik} . On peut déterminer ces valeurs soit par le calcul, soit en les déduisant du diagramme de constellation. Pour chaque symbole, déterminer les valeurs de A_k et φ_k par la méthode de votre choix.

Q6. On veut envoyer le message "0 1 0 0 1 0 1 1". Tracer le signal temporel envoyé.

Q7. Dessiner le diagramme de constellation d'une modulation de phase de valence 4 (PSK-4) et comparer avec celui de la MAQ étudiée.