| Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris<br>——————<br>E.S.I.E.E. | Unité : GSignal<br>Examen de Traitement du signal<br>Date : aout 2001 | Classe<br><br>I3 |
|---|---|---|

SUJET À TRAITER – SANS DOCUMENTS
INDIQUEZ VOTRE NOM ET RÈPONDEZ **SUR** LE SUJET

Remis par J.-F. BERCHER et G. LISSORGUES
À l'attention des 2e,3e,4e,5e sessions
proposé par G. Lissorgues & P. Jardin
Durée : 2 Heures.

# ÉNONCÉ

**NOM :**

Cet examen est un examen en Vrai-Faux. Sur chacune des propositions, vous devez cocher l'une des cases, pour indiquer si l'affirmation est vraie, ou fausse. Les réponses inexactes seront décomptées (points négatifs). Il vaut donc mieux ne pas répondre que répondre au hasard. Les contradictions logiques seront également pénalisées.

Début du test Répondez à chacune des questions suivantes.

1. Si fmax est la fréquence maximale de la transformée de Fourier d'un signal, on peut échantillonner celui-ci à
   - (a) Fe=fmax ☐ Vrai ☐ Faux
   - (b) Fe=fmax+1 ☐ Vrai ☐ Faux
   - (c) Fe=2 fmax ☐ Vrai ☐ Faux
   - (d) Fe=2 fmax+1 ☐ Vrai ☐ Faux
   - (e) Fe=3 fmax+1 ☐ Vrai ☐ Faux
2. La transformée de Fourier
   - (a) d'un signal discret (échantillonné) est discrète ☐ Vrai ☐ Faux
   - (b) d'un signal discret (échantillonné) est périodique ☐ Vrai ☐ Faux
   - (c) d'un signal périodique est périodique ☐ Vrai ☐ Faux
   - (d) d'un signal périodique est discrète ☐ Vrai ☐ Faux
3. La fenêtre temporelle $\mathrm{rect}_T(t-\frac{T}{2})$ où $T = NTe$ servant à limiter le nombre de points du signal à analyser
   - (a) entraîne une discrétisation du spectre ☐ Vrai ☐ Faux
   - (b) entraîne un élargissement du spectre ☐ Vrai ☐ Faux
   - (c) entraîne une convolution du spectre initial par $\mathrm{sinc}(\pi fT)e^{-j2\pi fT}$ ☐ Vrai ☐ Faux
   - (d) entraîne un produit du spectre initial par $\mathrm{sinc}(\pi fT)e^{-j2\pi fT}$ ☐ Vrai ☐ Faux
   - (e) entraîne un filtrage passe bas du spectre initial ☐ Vrai ☐ Faux
4. La convolution d'un signal échantillonné par $\mathrm{rect}_{Te}(t-\frac{Te}{2})$ correspond à
   - (a) faire un bloqueur ☐ Vrai ☐ Faux
   - (b) un filtrage passe bas ☐ Vrai ☐ Faux
   - (c) une multiplication en fréquence par $\mathrm{sinc}(\pi fTe)e^{-j2\pi fTe}$ ☐ Vrai ☐ Faux
5. La convolution entre deux signaux $x(t)$ et $y(t)$ peut s'exprimer comme
   - (a) $[x*y](t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(u)y(t-u)du$ ☐ Vrai ☐ Faux
   - (b) $[x*y](t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)y(t-u)du$ ☐ Vrai ☐ Faux

(c) $[x*y](t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t-u)y(u)du$ ☐ Vrai ☐ Faux

(d) $[x*y](t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)y(u-t)dt$ ☐ Vrai ☐ Faux

(e) $[x*y](t) = \mathrm{TF}^{-1}[X(f)Y(f)]$ ☐ Vrai ☐ Faux

6. Les valeurs $x_n = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{j2\pi\frac{nk}{N}}$

   (a) se rapportent à la fréquence $\frac{kFe}{N}$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (b) se rapportent au temps $NTe$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (c) correspondent à la TFD directe ☐ Vrai ☐ Faux

   (d) correspondent à la TFD inverse ☐ Vrai ☐ Faux

7. la TFD de $x_n = e^{-j\frac{8\pi n}{16}}$ pour $n = 0...15$ est :

   (a) $X_k = 0 \forall k \in \{0...15\}$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (b) $X_4 = 16$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 4$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (c) $X_3 = 16$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 3$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (d) $X_{12} = 16$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 4$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (e) $X_{13} = 16$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 3$ ☐ Vrai ☐ Faux

8. La TFD de $x_n = \cos\frac{8\pi n}{16}$ pour $n = 0...15$ est

   (a) $X_3 = 8, X_{13} = 8$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 3, 13$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (b) $X_4 = 8, X_{12} = 8$ et $X_k = 0$ pour $k \neq 4, 12$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (c) $X_k = \mathrm{sinc}\left(\frac{8\pi k}{16}\right)$ ☐ Vrai ☐ Faux

9. La TFD inverse de $X_k$ (quelconque)

   (a) est un signal périodique de période $N$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (b) est nulle pour $n \notin [0, N-1]$ ☐ Vrai ☐ Faux

   (c) n'est pas définie pour $n \notin [0, N-1]$ ☐ Vrai ☐ Faux

10. La transformée de Fourier et la TFD coïncident pour les fréquences $kFe/N$ :

    (a) toujours ☐ Vrai ☐ Faux

    (b) toujours si le signal est périodique ☐ Vrai ☐ Faux

    (c) dans le cas où le signal est périodique et la fenêtre de pondération contient un nombre entier de période(s) ☐ Vrai ☐ Faux

    (d) dès que l'on utilise une fenêtre de pondération autre que la fenêtre rectangulaire ☐ Vrai ☐ Faux

11. La transformée en z et la transformée de Fourier discrète coïncident pour

    (a) $|z|$=1 ☐ Vrai ☐ Faux

    (b) $|z|$ <1 ☐ Vrai ☐ Faux

    (c) $z = e^{j2\pi\lambda}$, avec $\lambda = f/Fe$ ☐ Vrai ☐ Faux

    (d) $z = e^{j2\pi k/N}$ où k est un entier inférieur à $N$ ☐ Vrai ☐ Faux

12. La TF inverse de $\mathrm{rect}_B(f)$ est

    (a) $\mathrm{rect}_T(t)$ ☐ Vrai ☐ Faux

    (b) $B\frac{\sin\pi Bt}{\pi Bt}$ ☐ Vrai ☐ Faux

13. Périodiser un signal revient à

    (a) convoluer le motif élémentaire par un peigne de Dirac ☐ Vrai ☐ Faux

    (b) convoluer la TF du motif élémentaire par un peigne de Dirac ☐ Vrai ☐ Faux

    (c) multiplier la TF du motif élémentaire par un peigne de Dirac ☐ Vrai ☐ Faux

14. La TF de $x(t-t_0)$ est
    (a) $X(f)e^{-j2\pi f t_0}$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) $X(f)e^{-j2\pi f t/t_0}$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) $X(f-\frac{1}{t_0})$ ☐ Vrai ☐ Faux
15. L'équation aux différences $y_n = x_n - 0,8y_{n-1}$ correspond à la fonction de transfert
    (a) $\dfrac{1}{1-0.8z^{-1}}$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) $\dfrac{1}{1+0.8z^{-1}}$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) $1-0.8z^{-1}$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (d) $1+0.8z^{-1}$ ☐ Vrai ☐ Faux
16. La réponse impulsionnelle du filtre précédent est :
    (a) $h_n = (-0,8)^n (n \geq 0)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) $h_n = (0,8)^n (n \geq 0)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) $h_0 = 1 \;\; h_1 = -0,8 \;\; h_n = 0$ pour $|n| \geq 2$ ☐ Vrai ☐ Faux
17. Le filtre de fonction de transfert en $z$
$$H(z) = \frac{1}{1+0.8z^{-1}}$$
    (a) est récursif ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) est passe-bas ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) est à réponse impulsionnelle finie ☐ Vrai ☐ Faux
    (d) est stable ☐ Vrai ☐ Faux
18. Pour qu'un filtre numérique causal à fonction de transfert rationnelle en $z$ soit stable, il faut que :
    (a) sa réponse impulsionnelle $h_n$ vérifie $\sum_{n=0}^{\infty} |h_n| < \infty$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) ses zéros soient de module inférieur à 1 ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) ses pôles soient à partie réelle négative ☐ Vrai ☐ Faux
    (d) la marge de phase soit supérieure à 10 degrés ☐ Vrai ☐ Faux
19. La transformée de Fourier
    (a) d'un Dirac $\delta(t)$ est une constante ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) d'une constante est un Dirac $\delta(t)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) d'un Peigne de Dirac est une constante ☐ Vrai ☐ Faux
    (d) d'un Peigne de Dirac est un Peigne de Dirac ☐ Vrai ☐ Faux
    (e) d'un Peigne de Dirac est une somme infinie d'exponentielles complexes ☐ Vrai ☐ Faux
    (f) inverse d'un Dirac est une constante ☐ Vrai ☐ Faux
20. La transformée de Fourier d'une exponentielle complexe
    (a) est un Dirac ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) est une exponentielle complexe ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) n'est pas définie ☐ Vrai ☐ Faux
21. La transformée de Fourier de l'autocorrélation d'un signal aléatoire stationnaire est
    (a) aléatoire ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) n'est pas définie ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) est la densité spectrale de puissance ☐ Vrai ☐ Faux
22. Un filtre est entièrement caractérisé par
    (a) sa fonction de transfert ☐ Vrai ☐ Faux
    (b) son autocorrélation ☐ Vrai ☐ Faux
    (c) sa réponse impulsionnelle ☐ Vrai ☐ Faux
    (d) son gain, ses pôles et ses zéros ☐ Vrai ☐ Faux

23. Un signal
    - (a) stationnaire est ergodique ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) ergodique est stationnaire ☐ Vrai ☐ Faux
    - (c) constant est stationnaire ☐ Vrai ☐ Faux
    - (d) stationnaire est constant ☐ Vrai ☐ Faux
24. Un signal défini par $X(t,\omega) = A(\omega)\cos(2\pi f_0 t)$ où $A(\omega)$ est uniforme sur [0,1]
    - (a) est stationnaire au premier ordre ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) est stationnaire au second ordre ☐ Vrai ☐ Faux
25. Un signal défini par $X(t,\omega) = A(\omega)\cos(2\pi f_0 t) + B(t,\omega)$ où $A(\omega)$ est uniforme sur [0,1], $B(t,\omega)$ est un bruit blanc gaussien staionnaire et ergodique,
    - (a) est stationnaire au premier ordre ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) est stationnaire au second ordre ☐ Vrai ☐ Faux
26. Un signal défini par $X(t,\omega) = A(\omega)\cos(2\pi f_0 t + \phi(\omega))$ où $A(\omega)$ est uniforme sur [-1,1] et $\phi(\omega)$ est uniforme sur $[0, 2\pi]$
    - (a) est stationnaire au premier ordre ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) est stationnaire au second ordre ☐ Vrai ☐ Faux
27. Si un signal $X(t)$ est stationnaire et ergodique, alors
    - (a) $\mathrm{E}[X(t)] = \int X(t) p_{X(t)}\, dX(t)\ \forall t$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) $\mathrm{E}[X(t)] = \int X(t)\, dt$ ☐ Vrai ☐ Faux
28. La formule des interférences est :
    - (a) $R_{Y_1Y_2}(\tau) = [h_2^{(-)*} * R_{X_1X_2} * h_1](\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) $R_{Y_2Y_1}(\tau) = [h_2 * R_{X_2X_1} * h_1^{(-)*}](\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (c) $R_{Y_2Y_1}(\tau) = [H_2(f)H_1^*(f)] * R_{X_2X_1}(\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
29. Si $X_1(t)$ et $X_2(t)$ sont stationnaires et décorrélés, de moyennes respectives $m_1$ et $m_2$, de variances respectives $\sigma_1^2$ et $\sigma_2^2$
    - (a) $R_{X_1X_2}(\tau) = m_1 m_2 \delta(\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) $R_{X_1X_2}(\tau) = m_1 m_2$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (c) $R_{X_1X_2}(\tau) = \sigma_1\sigma_2\delta(\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (d) $R_{X_1X_2}(\tau) = (\sigma_1\sigma_2 - m_1 m_2)\delta(\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
30. Si $X_2(t) = [h * X_1](t)$ et $B(t)$ est décorrélé de $X_1(t)$, alors, avec $Y(t) = X_2(t) + B(t)$,
    - (a) $X_2(t)$ et $B(t)$ sont indépendants ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) $R_{X_2X_1}(\tau) = [h * R_{X_1X_1}](\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (c) $R_{X_2X_1}(\tau) = [h^{(-)*} * R_{X_1X_1}](\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (d) $R_{Y_2X_1}(\tau) = [h * R_{X_1X_1}](\tau) + \delta(\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
    - (e) $R_{Y_2X_1}(\tau) = [h * R_{X_1X_1}](\tau)$ ☐ Vrai ☐ Faux
31. L'autocorrélation d'un bruit blanc est :
    - (a) un peigne de Dirac ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) une constante ☐ Vrai ☐ Faux
    - (c) un triangle ☐ Vrai ☐ Faux
    - (d) une impulsion de Dirac ☐ Vrai ☐ Faux
32. La densité spectrale de puissance d'un bruit blanc est
    - (a) un peigne de Dirac ☐ Vrai ☐ Faux
    - (b) une constante ☐ Vrai ☐ Faux
    - (c) un triangle ☐ Vrai ☐ Faux
    - (d) une impulsion de Dirac ☐ Vrai ☐ Faux

33. Si $x(t)$ est un signal aléatoire de moyenne $m_x$ et de variance $\sigma_x^2$, alors $y(t) = ax(t)$
   (a) a pour moyenne $m_y = am_x$ ☐ Vrai ☐ Faux
   (b) a pour moyenne $m_y = ax(0)m_x$ ☐ Vrai ☐ Faux
   (c) a pour variance
      i. $\sigma_y^2 = am_x^2$ ☐ Vrai ☐ Faux
      ii. $\sigma_y^2 = a\sigma_x^2$ ☐ Vrai ☐ Faux
      iii. $\sigma_y^2 = a^2\left(\sigma_x^2 - m_x^2\right)$ ☐ Vrai ☐ Faux
      iv. $\sigma_y^2 = a^2\sigma_x^2$ ☐ Vrai ☐ Faux
      v. $\sigma_y^2 = a^2m_x^2$ ☐ Vrai ☐ Faux
34. Si $y(t) = [h * x](t)$, avec $H(f) =$TF{h(t)} et où $x(t)$ a pour moyenne $m_x$, alors $y(t)$ a pour moyenne
   (a) $m_y = m_x \int h(t)dt$ ☐ Vrai ☐ Faux
   (b) $my = [h * mx](t)$ ☐ Vrai ☐ Faux
   (c) $m_y = m_x \int |h(t)|^2 \, dt$ ☐ Vrai ☐ Faux
   (d) $m_y = m_x H(0)$ ☐ Vrai ☐ Faux
35. Si $y(t) = [h * x](t)$, avec $H(f) =$TF{h(t)} et où $x(t)$ a pour moyenne $m_x$, alors $y(t)$ a pour densité spectrale de puissance
   (a) $S_{YY}(f) = \text{TF}[R_{XX}(t)]$ ☐ Vrai ☐ Faux
   (b) $S_{YY}(f) = S_{XX}(f) \int h(t)^2 dt$ ☐ Vrai ☐ Faux
   (c) $S_{YY}(f) = |H(f)|^2 S_{XX}(f)$ ☐ Vrai ☐ Faux
36. Pour un signal aléatoire $X(t, \omega)$, la fonction de covariance $C_X(t_1, t_2)$
   (a) définit un lien statistique entre les deux instants ☐ Vrai ☐ Faux
   (b) vaut ☐ Vrai ☐ Faux
   $C_X(t_1, t_2) = E[X(t_1, \omega)X(t_2, \omega)]$
   (c) est une fonction de corrélation dans le cas stationnaire ☐ Vrai ☐ Faux
   (d) est une fonction de corrélation dans le cas ergodique ☐ Vrai ☐ Faux

Fin du test

Merci, , d'avoir répondu à ces quelques questions : vous avez obtenu une note de xx.xx sur 20, en répondant juste à xx questions et faux à xx autres, (soit à xx questions) sur un total de xx questions. Correction