

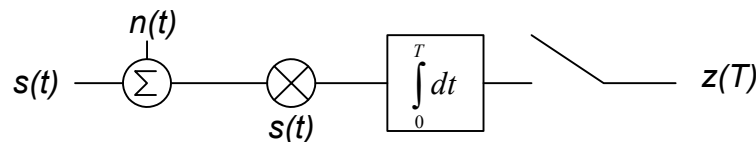
## GEL10280: Communications numériques 2002 Examen Partiel

*Mercredi le 13 mars 2002; Durée: 13h30 à 15h20  
Une feuille documentation permise; une calculatrice permise*

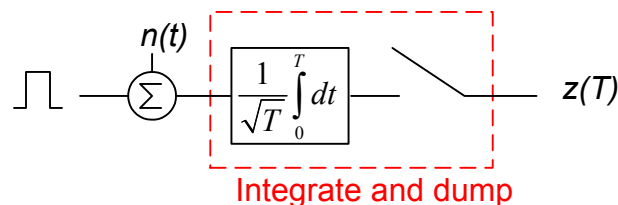
---

### Problème 1 (20 points sur 100)

L'implémentation en corrélateur du récepteur optimal, soit le filtre adapté, est donné à la figure suivante, où  $n(t)$  est un bruit blanc additive Gaussian (AWGN) avec  $\text{PSD} = N_0/2$ .



Pour un signal NRZ BPSK, le récepteur aura la forme suivante



Cette forme du récepteur est appelée « integrate and dump ». Dû à la simplicité de ce récepteur, il est souvent utilisé quand le signal n'est pas NRZ. Dans ce cas, le récepteur n'est plus optimal.

- A. (5 points) Donnez la probabilité d'erreur du récepteur « integrate and dump » pour un signal NRZ BPSK.
- B. (10 points) Donnez la probabilité d'erreur du même récepteur quand le signal est BPSK avec la forme suivante.

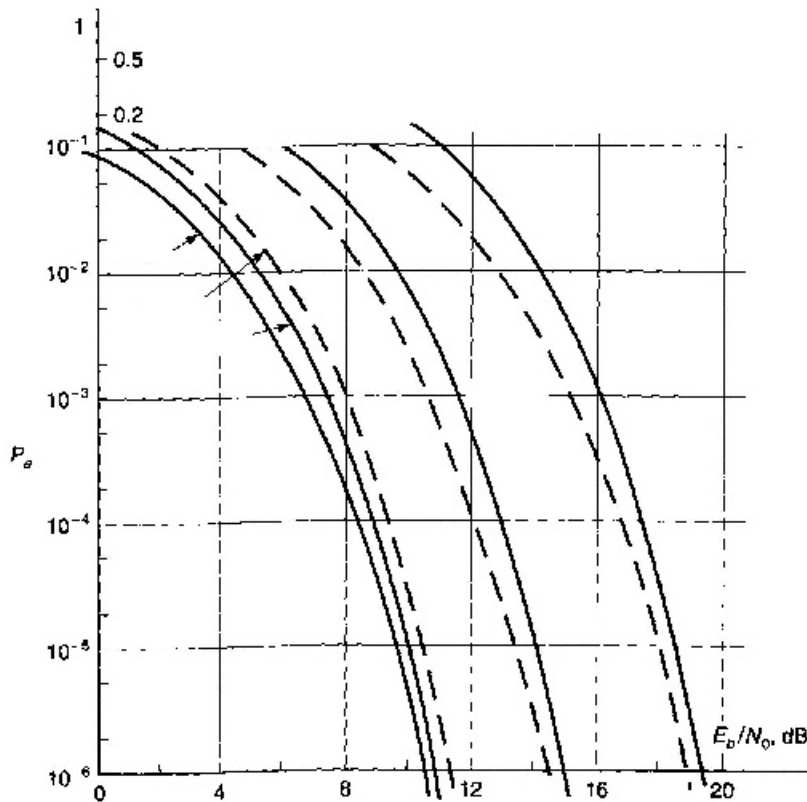
$$s(t) = \begin{cases} Ae^{-t/T} & 0 < t < T \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

$$A = \sqrt{\frac{2E_b}{T(1 - e^{-2})}}$$

- C. (5 points) Comparé au récepteur optimal, quelle est la perte en dB d'utiliser ce récepteur non optimal?

## Problème 2 (25 points sur 100)

Voici un graphique des probabilités d'erreur en fonction du rapport signal à bruit pour PSK et QAM.



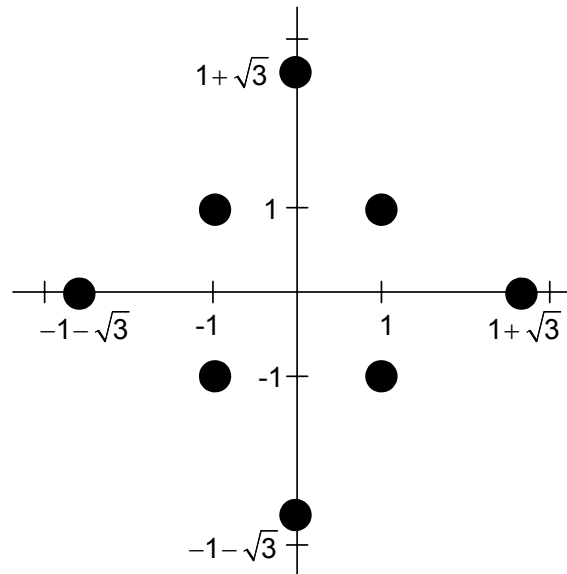
A. (15 points) Identifiez chacune des sept courbes de probabilité d'erreur avec le choix approprié parmi la liste suivante :

16PSK    16QAM    64QAM    8PSK    BPSK    DPSK    QPSK

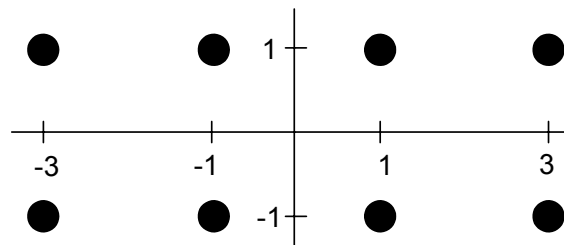
B. (10 points) Quelle est la performance relative de BFSK et 8FSK relative aux QAM et PSK? (Vous pouvez tracer une courbe dans le graphique.)

### Problème 3 (30 points sur 100)

Considérons la constellation 8QAM donnée dans la figure suivante.



- A. (10 points) Quelles sont les coordonnées des symboles (dans l'espace du signal) quand tous les symboles ont la même probabilité?
- B. (10 points) Trouvez la probabilité d'erreur en utilisant l'approximation venant de la borne d'union.
- C. (10 points) Asymptotiquement, est-ce que cette configuration a une meilleure probabilité d'erreur que la constellation suivante? Pourquoi?



#### **Problème 4 (25 points sur 100)**

- A. (6 points) Quels sont les trois aspects les plus importants de l'évaluation d'un système de communication?
- B. (4 points) Quel est l'avantage de « offset QPSK »?
- C. (5 points) Pourquoi utiliserons-nous une impulsion RC?
- D. (5 points) En quoi le DPSK est-il supérieur au BPSK?
- E. (5 points) Quelle est l'origine de l'interférence intersymbole?

# GEL64486: Communications numériques

## 2002 Examen Partiel

### Problème 5 (25 points sur 125)

Une constellation de FSK avec quatre signaux et durée de symbole  $T$  utilise les signaux suivants :

$$s_1(t) = \cos(\omega_0 t)$$

$$s_2(t) = -\cos(\omega_0 t)$$

$$s_3(t) = \cos(\omega_0 t + \pi h t / T)$$

$$s_4(t) = -\cos(\omega_0 t + \pi h t / T)$$

- A. Trouvez une base orthonormée en utilisant le processus de Gram Schmidt. Vous pouvez simplifier vos calculs en négligeant les termes de double fréquence.
- B. Donnez un récepteur de filtre adapté. Vous pouvez utiliser soit une adaptation aux signaux ou une adaptation à la base orthonormée.