Mercredi le 24 avril 2015; Durée: 11h30 à 13h20
Aucune documentation permise; une calculatrice permise

Problème 1 (25 points sur 100)

Supposons que nous avons un PLL d'ordre deux où le filtre de la boucle est

$$F(\omega)=\frac{1}{j\omega+1}$$

et le gain du VCO est soit K_0=1 ou K_0=10. Pour chaque des deux valeurs de K_0, répondre aux questions A et B.

A. (10 points) Donnez l'estimé de la phase $\hat{\theta}(t)$ quand il y a une saute de phase unitaire à t=0.

B. (10 points) Quelle est l'erreur asymptotique?

   a. il y a une saute de phase unitaire à t=0.

   b. il y a une phase avec une variation linéaire unitaire

C. (5 points) Comment et dans quels circonstances est-ce que le gain du VCO, K_0, peut-être exploité pour améliorer la performance d'un PLL?

.

$g(t)$	$G(j\omega)$
$u(t)=\begin{cases}1 & t>0\\ 0 & t<0\end{cases}$	$\frac{1}{j\omega}$
$\frac{1}{\omega_0}u(t)\left[1-e^{-\omega_0 t}\right]$	$\frac{1}{j\omega}\frac{1}{j\omega+\omega_0}$
$\frac{1}{\omega_0}u(t)\left[t-\frac{1-e^{-\omega_0 t}}{\omega_0}\right]$	$\frac{1}{(j\omega)^2}\frac{1}{j\omega+\omega_0}$
$1-\frac{e^{-\varsigma\omega_n t}}{\sqrt{1-\varsigma^2}}\sin\left(\omega_n t\sqrt{1-\varsigma^2}+\cos^{-1}\varsigma\right)$	$\frac{1}{j\omega}\frac{\omega_n^2}{(j\omega)^2+j\omega 2\varsigma\omega_n+\omega_n^2}$

Problème 2 (20 points sur 100)

Voici la matrice de contrôle pour un code en bloc:

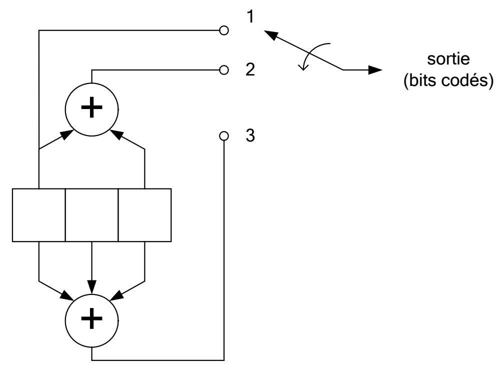
$$H^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

A. (10 points) Quelle est l'implémentation en registres à décalage de l'encodeur?

B. (10 points) Donnez la table des syndromes.

Problème 3 (25 points sur 100)

Voici l'implémentation d'un code convolutif avec registres à décalage



Utilisez la feuille fournie pour les parties A et B. N'oubliez pas de mettre votre nom et matricule sur la feuille avant de la remettre.

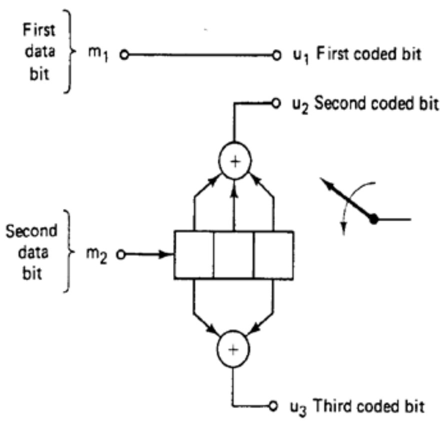
A. (10 points) Donnez le diagramme d'état pour ce code.

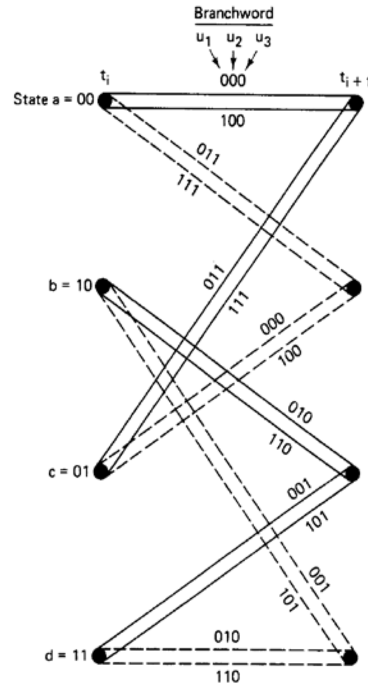
B. (5 points) Donnez le treillis d'encodage pour ce code.

C. (10 points) Trouvez la distance minimale pour le code convolutif donné dans ce graphique en utilisant la distance de Hamming.

Problème 4 (30 points sur 100)

Voici un encodeur TCM.





Constellation 8QAM et la correspondance des bits au niveau de modulation

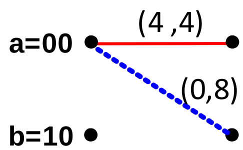
101	111	110	100	001	011	010	000
−7	−5	−3	−1	1	3	5	7

Supposons que les signaux reçus (décisions souples) dans un canal Gaussien sont (3,-3,-5,7). Il faut trouver le chemin le plus probable dans le diagramme en treillis en utilisant ***des distances Euclidiennes.***

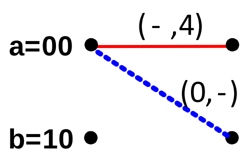
A. (5 points) Remplir le treillis (page jointe) avec les distances Euclidiennes entre les mots de code et le signal reçu pour chaque transition.

Par exemple, pour le premier intervalle nous avons :

- de l'état **a** vers l'état **a** :
    - distance entre 3 et 000 (7) est 4,
    - distance entre 3 et 100 (-1) est 4
- de l'état **a** vers l'état **b** :
    - distance entre 3 et 011 (3) est 0,
    - distance entre 3 et 111 (-5) est 8
- le diagramme est



B. (5 points) Simplifier le treillis des distances de la partie A, en choisissant la distance la plus courte pour les premiers bits de données (les m_1). Utiliser la page jointe. Par exemple, pour le premier intervalle

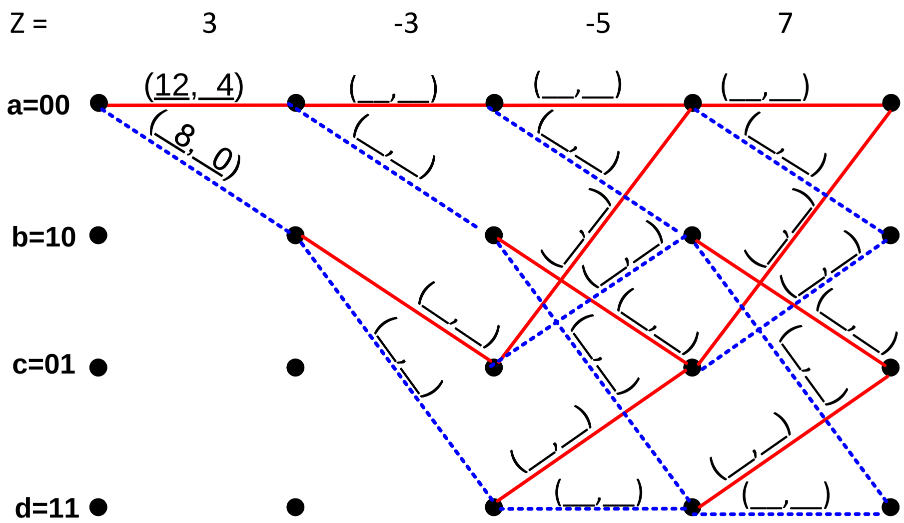


C. (10 points) Pour les intervalles 2, 3 et 4, calculer les métriques (distances) des deux chemins qui entrent chaque état (page jointe). Indiquer les chemins gagnants pour chaque état à chaque intervalle. La distance Euclidienne est calculée comme

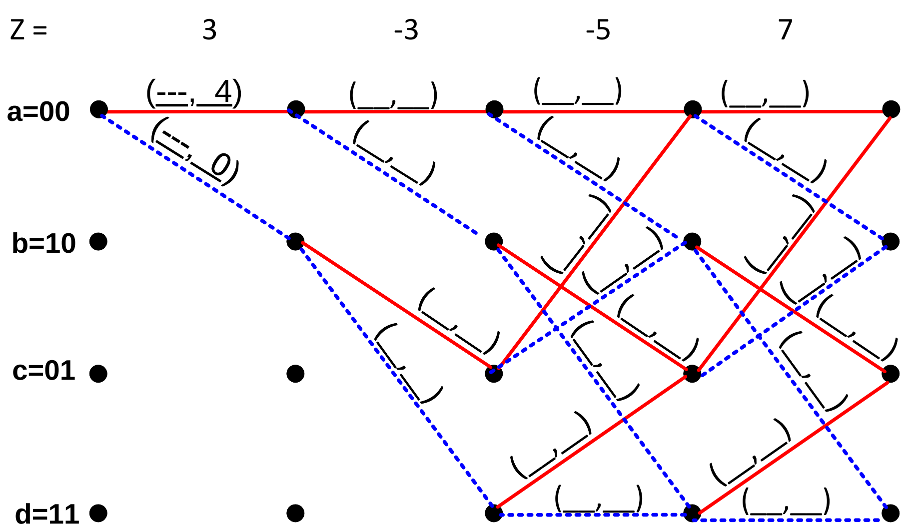
$$d_{\text{chemin}} = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \cdots + d_n^2}$$

D. (10 points) Indiquer le chemin le plus probable après le quatrième intervalle. Indiquer les données (m_1 et m_2 pour les quatre intervalles) pour ce chemin gagnant.

Partie A – calculer les distances

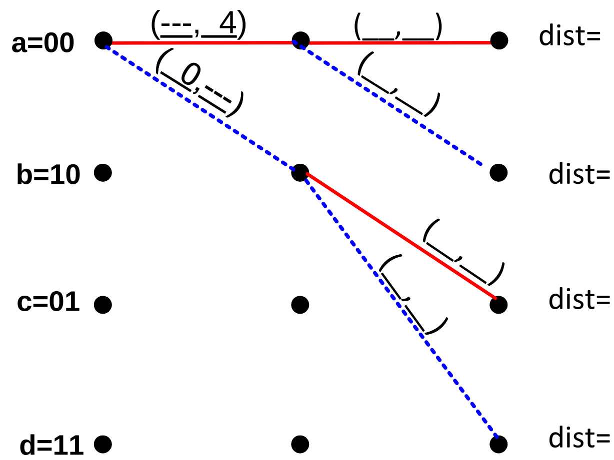


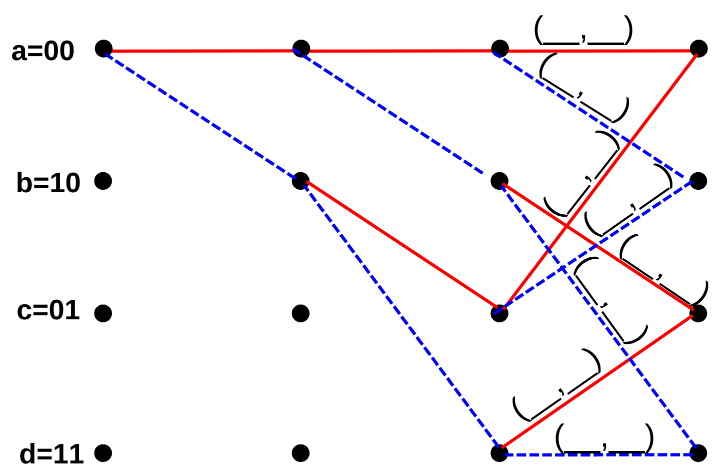
Partie B – éliminer les distances plus grandes



Nom :____________________ Matricule :__________________

Partie C – calculer les métriques (distances)

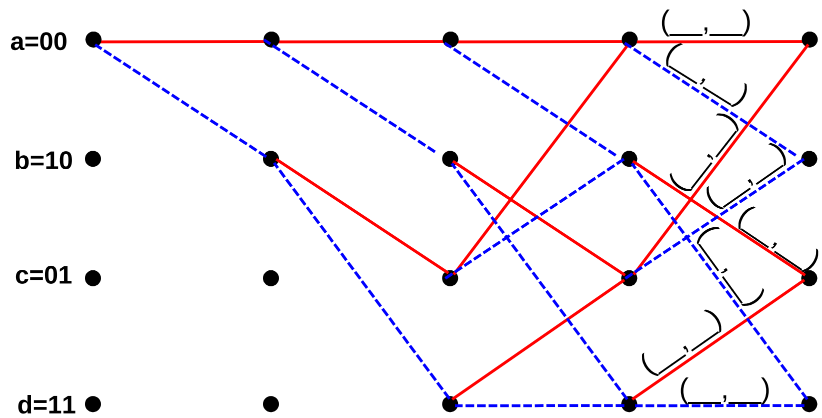




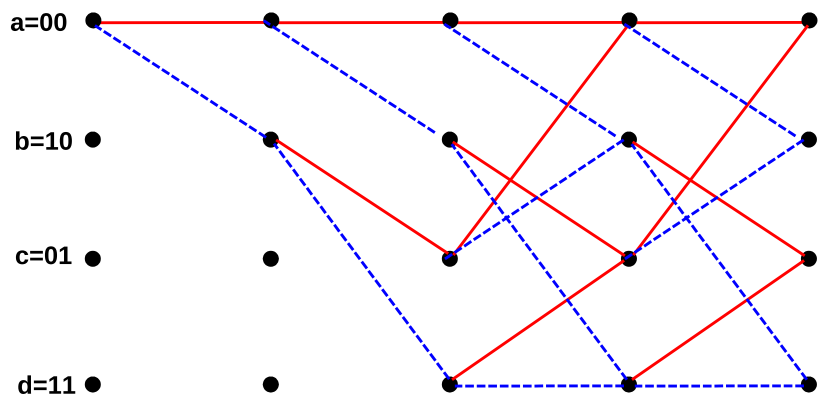
	distance	
chemin en haut	chemin en bas	chemin gagnant

Nom :____________________ Matricule :__________________

chemin en haut	**distance** chemin en bas	chemin gagnant



Partie D – indiquer le chemin le plus probable (gagnant)



Données ____ ____ ____ ____ ____ ____ ____ ____

m_1 m_2 m_1 m_2 m_1 m_2 m_1 m_2

Nom :____________________ Matricule :__________________