



**Devoir surveillé de DSP (Processeur de Traitement de Signal)
I3 Electronique**

Benoît Decoux – mardi 13 janvier 2004

Durée : 2 heures - Tous documents et calculatrice autorisés

Le corrigé de ce sujet sera disponible à l'issue de l'examen sur le site internet :
www-dsp.efrei.fr

Exercice 1 : Arithmétique des DSP (4 points)

- 1) Donner la valeur binaire et la valeur hexadécimale correspondant à la valeur décimale 23. (0,5 point)
- 2) Donner le code complément à 2 du nombre binaire 00010111. (1 point)
- 3) Donner la valeur décimale du nombre hexadécimal \$1111 (0,5 point)
- 4) Donner la valeur décimale correspondante à 6, codé en virgule fixe (sur 4 bits) (0,5 point)
- 5) Donner la valeur hexadécimale opposée de ce nombre, en code complément à 2, et vérifier le résultat à l'aide de la représentation en virgule fixe. (0,5 point)
- 6) Quelle est la plus petite valeur positive que l'on puisse coder en virgule fixe sur 8 bits (donner la valeur décimale correspondante) (0,5 point)
- 7) Donner la valeur hexadécimale 8 bits représentant l'arrondi de la valeur \$9999. Préciser les valeurs décimales correspondantes. (0,5 point)

Exercice 2 : Programmation de base en assembleur DSP56303 (3 points)

- 1) Ecrire un programme qui copie en mémoire X les valeurs hexadécimales \$0 à \$F (à l'aide d'instructions assembleur). (1 point)
- 2) Compléter le programme pour qu'il multiplie chacune de ces valeurs par 2 et stocke les résultats en mémoire Y. (1 point)
- 3) Modifier le programme pour qu'il multiplie toutes ces valeurs par elle-mêmes (et non plus par 2) et stocke les résultats en mémoire Y. (0,5 point)
- 4) Modifier le programme pour qu'il calcule $\sum_{x=0}^{15} x^2$. (0,5 point)

Exercice 3 : Filtrage en C (3 points)

- 1) Donner la méthode de détermination des coefficients d'un filtre numérique, pour qu'il possède les caractéristiques d'un filtre analogique passe-bande du 2nd ordre (sans détailler le calcul). (1 point)

- 2) Ecrire une fonction C réalisant le calcul des coefficients du filtre numérique et le filtrage, permettant de générer un échantillon de sortie traité, en fonction d'un échantillon d'entrée. Cette fonction pourra faire appel à une autre fonction, dont il faudra préciser le prototype et les arguments. (1 point)
- 3) On suppose que l'on dispose d'une fonction réalisant la lecture d'un bloc d'échantillons de signal à partir d'une entrée audio et d'une fonction d'envoi d'un bloc d'échantillon à la sortie audio, dont les prototypes sont respectivement :


```
void    entree_bloc_audio(float *buf);
void    sortie_bloc_audio(float *buf);
```

 Ecrire le programme principal utilisant la fonction précédemment écrite, comportant les initialisations nécessaires. (1 point)

Exercice 4 : Filtrage en assembleur DSP56303 (6 points)

- 1) Ecrire une fonction en assembleur DSP56303, appliquant un filtrage passe-bas du 1^{er} ordre à un échantillon présent dans l'accumulateur B (sans utiliser les traitements parallèles du DSP). Utiliser l'implémentation directe. Commenter le programme. (2 points)
- 2) Optimiser la durée d'exécution de la fonction de filtrage écrite ci-dessus, en utilisant les traitements parallèles du DSP. (1 point)
- 3) Ecrire un programme de l'implémentation canonique correspondante au programme écrit ci-dessus. (1,5 point)
- 4) Ecrire un programme réalisant un filtre passe-bas d'ordre 4 par la mise en cascade de 2 filtres passe-bas du 2nd ordre identiques à ceux décrits ci-dessus dans l'implémentation directe. Indiquer les limitations d'un tel filtre, par rapport à un filtre passe-bas du 2nd ordre. (1,5 point)

Exercice 5 : FFT (transformée de Fourier rapide) en C et en assembleur (4 points)

- 1) A partir des propriétés de la Transformée de Fourier Discrète (TFD), donner l'état des 64 sorties obtenues par l'application de cette transformée à 8 échantillons d'un signal sinusoïdal composé de 4 périodes, d'amplitude 0,5. (1,5 point)
- 2) Ecrire une fonction C permettant de réaliser l'inversion des bits d'un nombre, et l'appliquer à l'une des sorties non-nulles de la TFD définie ci-dessus, en pas-à-pas. (1 point)
- 3) Ecrire une fonction assembleur DSP56303 permettant de remettre dans l'ordre naturel les sorties de la TFD définie ci-dessus (avec les initialisations adéquates du programme principal). (1,5 point)