



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ,

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΕΣ 08: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΗΜΑΤΩΝ

Ακαδημαϊκό Έτος 2006 – 2007, Εαρινό Εξάμηνο

Εργαστηριακή Άσκηση 1:

Εξέταση των συνεπειών του περιορισμένου μήκους λέξης στους Επεξεργαστές Ψ.Ε.Σ

(Finite Wordlength Effects)

16 Απριλίου 2007

Εισαγωγή

Το πεπερασμένο μήκος λέξης για την αναπαράσταση των δεδομένων (αριθμητικών τιμών) στους επεξεργαστές Ψ.Ε.Σ επηρεάζει την ακρίβεια των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας εξαιτίας:

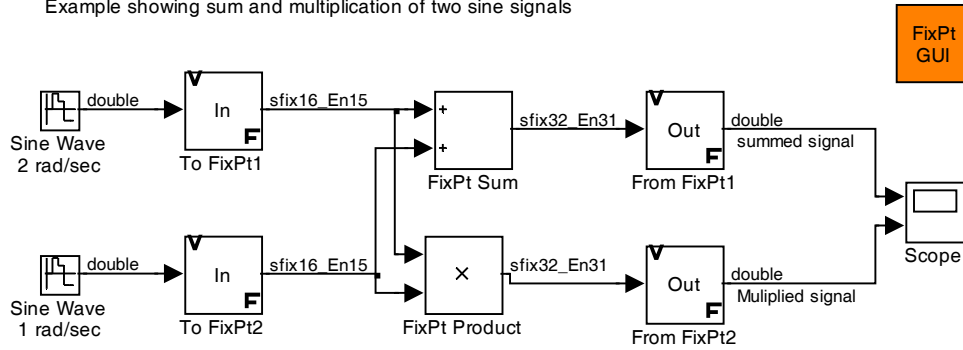
- Της μειωμένης ακρίβειας στην αναπαράσταση των τιμών του αναλογικού σήματος που έχει ψηφιοποιηθεί και κβαντισθεί. Το σφάλμα αναπαράστασης των τιμών λόγω χρήσης πεπερασμένου αριθμού από bits για την αναπαράσταση των δειγμάτων στον αναλογικο-ψηφιακό μετατροπέα (ADC) είναι γνωστό ως σφάλμα κβαντισμού.
- Της μειωμένης ακρίβειας στην αναπαράσταση των συντελεστών των ψηφιακών συστημάτων (π.χ. ψηφιακών φίλτρων) που υλοποιούνται στους επεξεργαστές.
- Των φαινομένων υπερχειλίσσης που παρουσιάζονται λόγω του πεπερασμένου δυναμικού εύρους σε ενδιάμεσα αποτελέσματα πράξεων όπως η πρόσθεση και ο πολλαπλασιασμός
- Της αποκοπής των LSB bits για την αποθήκευση ενδιάμεσων και τελικών αποτελεσμάτων στους συσσωρευτές και τη μνήμη των επεξεργαστών Ψ.Ε.Σ.

Σε αυτή την εργασία εξετάζουμε τις πιο πάνω συνέπειες του περιορισμένου μήκους λέξης στους Επεξεργαστές Ψ.Ε.Σ με τη βοήθεια της πλατφόρμας Matlab και των εργαλείων προσομοίωσης Simulink, Fixed-point Blockset και DSP Blockset.

Άσκηση 1

- Χρησιμοποιώντας το Simulink, το Fixed-point Blockset και το DSP Blockset κατασκευάστε το κύκλωμα που φαίνεται στο επόμενο σχήμα και το οποίο πραγματοποιεί πολλαπλασιασμό δύο ψηφιακών ημιτονικών σημάτων $f_1(n) = A_1 \sin(\omega_1 n)$ και $f_2(n) = A_2 \sin(\omega_2 n)$ με τους ακόλουθους περιορισμούς:
 - Συχνότητα δειγματοληψίας $f_s = 1000$ δείγματα /sec.
 - Αναπαράσταση δεδομένων με μήκος λέξης 16bits, σταθερή υποδιαστολή, και format Q.15
 - Συσσωρευτή (για την αποθήκευση των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων της πρόσθεσης και πολλαπλασιασμού) μήκους 32bits, σταθερής υποδιαστολής, και format Q.31

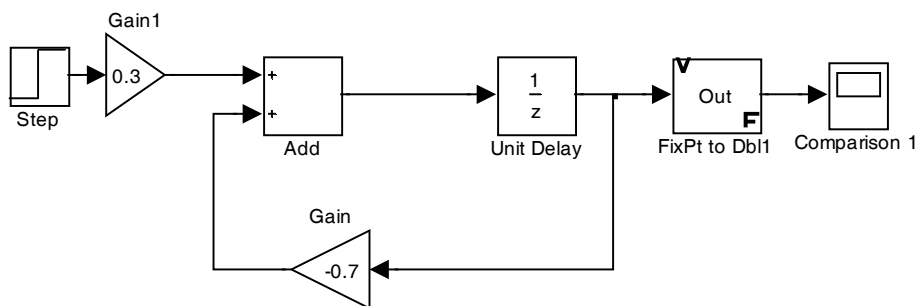
Example showing sum and multiplication of two sine signals



- (2). Ποιο είναι το μέγιστο πλάτος που μπορούν να έχουν τα σήματα $f_1(n)$, $f_2(n)$ ώστε να μην έχουμε φαινόμενα υπερχειλίσης κατά την καταγραφή των δειγμάτων (στα blocks *ToFixPt1*, και *ToFixPt2*).
- (3). Αν το πλάτος των ημιτονικών σημάτων είναι $A_1=A_2=-1$, στο συσσωρευτή έχουμε υπερχειλίση κατά τη διάρκεια της πρόσθεσης (βλέπε block *FixPtSum*). Προτείνετε και εφαρμόστε ένα τρόπο για την αποφυγή του φαινομένου (π.χ. με χρήση διαφορετικού format αποθήκευσης των αποτελεσμάτων)
- (4). Αν το πλάτος των ημιτονικών σημάτων είναι $A_1=A_2=1$ σε ορισμένες περιπτώσεις έχουμε υπερχειλίση και κατά τη διάρκεια του πολλαπλασιασμού (βλέπε block *FixPtProduct*). Εξηγήστε πότε και γιατί συμβαίνει υπερχειλίση.
- (5). Μελετήστε τη μορφή του αποτελέσματος της άθροισης όταν η υπερχειλίση αντιμετωπίζεται με (a) wrap around και (b) saturation. Εξηγήστε γιατί στους επεξεργαστές Ψ.Ε.Σ έχει υιοθετηθεί η τεχνική saturation.

Άσκηση 2

- (1). Η διάταξη του επόμενου σχήματος απεικονίζει ένα υπεραπλοποιημένο IIR φίλτρο στο οποίο έχει εφαρμοστεί μια βηματική διέγερση. Υλοποιήστε τη διάταξη χρησιμοποιώντας το Simulink, το Fixed-point Blockset και το DSP Blockset με βάση τους επόμενους περιορισμούς;
 - a. Συχνότητα δειγματοληψίας $f_s=1000$ δείγματα /sec.
 - b. Αναπαράσταση συντελεστών (Gain, Gain1) με μήκος λέξης 8bits, σταθερή υποδιαστολή, και format Q.7.
 - c. Συσσωρευτή (για την αποθήκευση των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων της πρόσθεσης) μήκους 16bits, σταθερής υποδιαστολή, και format Q.15
 - d. Στρογγυλοποίηση των τελικών αποτελεσμάτων (block *FixPt to Db11*) με floor.



This exercise demonstrate the limit cycle effect
 The exercise is an extension from the IIR filter example in Chapter 2, except that the IIR filter is implemented as an HPF, by changing the coefficient to -0.75.
 All the blocks are implemented in *sfrac(8)* precision.
 A constant voltage of 0.5 is input into the IIR filter, and the output oscillates between 0.062 to 0.078
 Remedy : The oscillation will stop if a higher precision is used (such as Q.15)
 Change the coefficient back to 0.75.
 Note that a lowpass filter will not result in any oscillation. Why?
 This is because the LPF filtered out the limitcycle oscillation (~500Hz in this case)

- (2). Παρατηρήστε τη μορφή της βηματικής (step) απόκρισης. Τι παρατηρείτε όσον αφορά την ευστάθεια του συστήματος;
- (3). Εφαρμόστε κρουστική είσοδο (impulse) στο φίλτρο και εξετάστε την απόκριση. Έχει άπειρη διάρκεια όπως αναμένεται από το γεγονός ότι το φίλτρο είναι IIR; Εξηγήστε.
- (4). Χρησιμοποιείτε αναπαράσταση των συντελεστών (Gain, Gain1) με μήκος λέξης 16bits, σταθερή υποδιαστολή, format Q.15, και επαναλάβετε τα βήματα (2) και (3). Τι παρατηρείτε;.
- (5). Υπολογίστε την εξίσωση διαφορών του φίλτρου.
- (6). Με βάση το ερώτημα (5) υπολογίστε την απόκριση συχνότητας του φίλτρου (εντολή freqz)
- (7). Χρησιμοποιείτε αναπαράσταση των συντελεστών του φίλτρου με Q.7 και επαναλάβετε το ερώτημα (6). Συγκρίνετε τα αποτελέσματα.