

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ 2 ΑΣΚΗΣΗ 3 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ DTMF
ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΗ.

ΓΙΩΡΓΟΣ ΑΘΑΝΑΣΟΥΛΑΣ 228264

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΚΑΡΑΠΙΠΕΡΗΣ

ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΕ:

ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΥΤΟ ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΗΣΑΜΕ ΤΟ ΜΑΤΛΑΒ ΑΡΧΙΚΑ ΣΑΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΓΙΑ ΝΑ
ΕΛΕΓΞΟΥΜΕ ΕΑΝ Η ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΟΥ IIR ΦΙΛΤΡΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΠΡΑΞΕΙΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ
(ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ GOERTZEL).

ΕΠΕΙΤΑ ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΕ Η ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΜΕ FIXED POINT ΤΥΠΟΥΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ
ΣΕ REAL-TIME PROCESS ΣΤΟΝ DSP, ΠΕΡΝΟΝΤΑΣ ΩΣ ΕΙΣΟΔΟ ΣΗΜΑΤΑ ΗΜΙΤΩΝΩΝ 2 ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ .

3.1)

```
Q=zeros(8,205);

copikN=[1.703275 1.635585 1.562297 1.482867 1.163138 1.008835 0.790074
0.559454 ];
fs=8000;
f1=697 ;
f2=770;
f3=852;
f4=941;
f5=1209;
f6=1336;
f7=1477;
f8=1633;
f=[f1 f2 f3 f4 f5 f6 f7 f8];
for i=1:4
    for j=5:8%παίρνω τους συνδιασμούς όλων των συχνοτήτων
        for c=1:8
            for n=1:203
                Q(c,n+2)=cos(2*pi*n*(f(i)/fs))+cos(2*pi*n*(f(j)/fs))+
copikN(c)*Q(c,n+1)-Q(c,n);
            end
            Xk_2(c,(i-1)*4+(j-4))=(Q(c,n+2)^2 +Q(c,n+1)^2 -
copikN(c)*Q(c,n+1)*Q(c,n+2));
        end
    end
end
end
```

ΤΡΕΧΟΝΤΑΣ ΣΤΟ ΜΑΤΛΑΒ ΤΟΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΚΩΔΙΚΑ ΜΕ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΥΣ ΤΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

(16 ΟΣΑ ΚΑΙ ΤΑ ΠΛΗΚΤΡΑ) ΛΑΜΒΑΝΟΥΜΕ ΕΝΑ ΠΙΝΑΚΑ 8X16 ΜΕ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ X_k^2 ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΝΑ ΑΠΟ
ΤΟΥΣ 8 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ (ΓΡΑΜΜΕΣ) ΓΙΑ ΤΟ ΚΑΘΕΝΑ ΠΛΗΚΤΡΟ (ΣΤΗΛΕΣ) .ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕ ΟΤΙ ΟΙ ΜΕΓΙΣΤΕΣ
ΤΙΜΕΣ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΕΙΝΑΙ 2 ΚΑΘΕ ΦΟΡΑ (Η ΜΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΠΡΩΤΕΣ 4 ΘΕΣΕΙΣ ΤΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΚΑΙ Η

ΑΛΛΗ ΜΕΣΑ ΣΤΙΣ 4 ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ) ΑΡΑ ΔΙΑΠΙΣΤΩΝΟΥΜΕ ΟΤΙ ΟΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΟΡΘΑ.

ΣΧΟΛΙΟ: ΤΟ IIR ΦΙΛΤΡΟ 2 ΠΟΛΩΝ ΓΙΑ ΚΑΠΟΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ K ΕΙΝΑΙ ΟΡΙΑΚΑ ΕΥΣΤΑΘΕΣ (ΟΙ ΠΟΛΟΙ ΤΟΥ ΕΙΝΑΙ ΠΑΝΩ ΣΤΟΝ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΥΚΛΟ ΣΤΟ Z-PLANE) ΚΑΙ ΕΤΣΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΧΑΜΗΛΩΣΟΥΜΕ ΤΗΝ ΕΝΤΑΣΗ ΤΙΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΦΩΝΟ ΜΑΣ ΕΤΣΙ ΩΣΤΕ ΝΑ ΜΗΝ ΛΑΜΒΑΝΟΥΜΕ “ΑΠΕΙΡΕΣ ΤΙΜΕΣ”

ΕΞΟΔΟΥ ΔΗΛΑΔΗ ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΝΑ ΕΧΟΥΜΕ OVERFLOW ΣΤΟΥΣ 16-BIT ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ.

ΕΠΙΣΗΣ ΕΙΝΑΙ ΔΥΝΑΤΗ ΚΑΙ ΜΙΑ ΑΛΛΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ, ΜΠΟΡΟΥΜΕ ΝΑ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΟΥΜΕ ΤΟΥΣ ΠΟΛΟΥΣ ΜΕ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΛΙΓΟ ΜΙΚΡΟΤΕΡΟΥΣ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΤΣΙ ΩΣΤΕ ΝΑ “ΤΡΑΒΗΞΟΥΜΕ” ΤΟΥΣ ΠΟΛΟΥΣ ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΑΔΙΑΙΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΕΤΣΙ ΩΣΤΕ ΝΑ ΜΗΝ ΑΛΛΟΙΩΣΟΥΜΕ ΑΙΣΘΗΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ IIR ΦΙΛΤΡΟΥ ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ ΝΑ ΤΟ ΚΑΝΟΥΜΕ “ΠΙΟ ΕΥΣΤΑΘΗ”.

3.2)

ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΛΟΓΙΚΗ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΕ ΣΤΟ ΓΡΑΨΙΜΟ ΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ:

ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ INTERRUPTS ΓΡΑΦΟΥΜΕ ΤΙΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΥΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ IIR ΦΙΛΤΡΟΥ

ΣΤΟΝ CCS ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.ΕΠΙΣΗΣ ΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΟΥΜΕ ΙΣΧΥΟΥΝ ΓΙΑ

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ $FS=8\text{kHz}$. ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΕΙΤΕ ΝΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΥΜΕ ΤΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΤΟΥ ADC,ΕΙΤΕ ΜΕ ΜΙΑ SOFTWARE ΣΥΝΘΗΚΗ ΣΤΟΝ ΚΩΔΙΚΑ ΜΑΣ, ΝΑ ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΟΥΜΕ 1 ΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑ 6 ΠΟΥ ΕΧΟΥΜΕ ΛΑΒΕΙ ΑΠΟ ΤΟΝ CODEC ΣΑΝ ΕΙΣΟΔΟ

ΓΙΑ ΤΟ BUFFER ΜΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΠΩΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.

ΔΟΥΛΕΥΟΥΜΕ ΜΕ Q15 FORMAT ΔΕΔΟΜΕΝΑ.ΚΑΠΟΙΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΕΙΝΑΙ ΔΙΑΙΡΕΜΕΝΕΣ ΜΕ ΤΟ 2 ΓΙΑ ΝΑ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ $[-1,1)$ ΚΑΙ ΝΑ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΜΕΤΑΤΡΑΠΟΥΝ ΣΕ 2's COMPLEMENT ΜΟΡΦΗ (Q15 FORMAT).

ΓΙΑ ΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥΜΕ ΣΤΟ DEBUG ΚΑΘΕ ΠΡΑΞΗ ΞΕΧΩΡΙΣΤΑ ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΟΥΜΕ ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΚΑΙ ΑΦΟΥ ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΟΥΜΕ SHORT BUFFERS ΓΙΑ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΑΣ ΚΑΙ ΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΟΤΙ ΜΕ

ΚΑΘΕ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ Q15 ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΔΕΔΟΜΕΝΟ Q31 ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΚΑΝΟΥΜΕ CAST ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΤΩΝ ΓΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΕ (INT) ΚΑΙ ΕΠΕΙΤΑ ΤΟ ΓΙΝΟΜΕΝΟ ΝΑ ΤΟ “SHIFTΑΡΟΥΜΕ” 15 ΘΕΣΕΙΣ

ΩΣΤΑ ΝΑ ΕΠΑΝΑΦΕΡΟΥΜΕ ΤΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΣΕ Q15.ΤΕΛΟΣ ΤΟ ΞΑΝΑΚΑΝΟΥΜΕ CAST ΣΕ SHORT

ΓΙΑ ΝΑ ΣΥΝΕΧΙΣΟΥΜΕ ΤΙΣ ΠΡΑΞΕΙΣ ΜΕ SHORT TYPE ΔΕΔΟΜΕΝΑ.

ΣΕ ΟΠΟΙΑ ΠΡΑΞΗ ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟ ΜΕ ΤΟ 2 ΓΙΑ ΝΑ ΤΟ ΕΠΑΝΑΦΕΡΟΥΜΕ ΑΡΚΕΙ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΝΑ ΚΑΝΟΥΜΕ SHIFT 14 ΘΕΣΕΙΣ.

ΓΙΑ ΝΑ ΞΕΧΩΡΙΣΟΥΜΕ ΤΙΣ 2 ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ SHIFTARISMATOS ΒΑΛΑΜΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.

Η ΣΕΙΡΑ ΤΩΝ ΠΡΑΞΕΩΝ:

ΠΑΙΡΝΟΥΜΕ ΤΟ ΔΕΔΟΜΕΝΟ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΕ $FS=8\text{kHz}$ ΚΑΙ ΓΙΑ 205 ΦΟΡΕΣ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΥΜΕ ΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ ΓΙΑ ΤΑ 3 Q1, ΜΟΛΙΣ ΤΟ $n=205$ ΤΟΤΕ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΥΜΕ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΥ

ΤΗΣ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ, ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΜΗΔΕΝΙΖΟΥΜΕ ΤΟΝ BUFFER Q1[3] ΓΙΑ ΝΑ ΜΗΝ ΕΠΙΡΕΑΖΟΝΤΑΙ ΟΙ ΕΠΟΜΕΝΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΣΤΙΣ 205 ΕΠΟΜΕΝΕΣ ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ.ΑΥΤΗ Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ 8 ΦΟΡΕΣ ΟΣΟΣ ΚΑΙ Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΠΟΥ ΕΧΟΥΜΕ ΣΤΗ ΔΙΑΘΕΣΗ ΜΑΣ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 8 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΑΠΟΤΕΛΟΥΝ ΤΟΥΣ 16 ΤΟΝΟΥΣ.

ΤΕΛΟΣ ΒΡΙΣΚΟΥΜΕ ΤΙΣ 2 ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ x_k ΟΙ ΟΠΟΙΕΣ ΔΗΛΩΝΟΥΝ ΤΗΝ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΤΟΝΟΥ.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΠΟΥ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΤΗΚΕ:

ΕΠΕΙΔΗ Η PRINTF ΕΝΤΟΛΗ ΠΟΥ ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ ΤΥΠΩΣΕΙ ΤΟ ΠΛΗΚΤΡΟ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΤΕΙ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ `max_Xk()` ΑΠΑΙΤΟΥΝ ΛΟΓΙΚΑ ΑΡΚΕΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥΣ ΡΟΛΟΓΙΟΥ ΚΑΙ ΞΕΠΕΡΝΑΜΕ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΔΙΑΡΚΕΙ Η ISR ΜΑΣ, ΓΙΑ ΝΑ ΕΧΟΥΜΕ

REAL-TIME ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ, ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΟΥΜΕ BREAK POINTS ΣΤΗ DEBUGG ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ,

ΚΑΙ ΒΛΕΠΟΥΜΕ ΑΝ ΟΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΩΣ ΕΙΣΟΔΟΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΝ

ΣΤΙΣ ΘΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΝΤΟΠΙΖΟΥΜΕ ΤΙΣ 2 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΤΟΝ x_k BUFFER.

The image shows a development environment with two main windows. The top window is a web browser displaying a tone generator application. It has a text input field containing '1336 Hertz', three buttons labeled 'Play', 'Stop', and 'Save', and a volume slider. The bottom window is a debugger window showing a list of variables and their values. The variables are organized into a table with columns for Expression, Type, Value, and Address.

Expression	Type	Value	Address
x	short[3]	0x80000150	0x80000150
w2	short	-43	0x80000120
w3	short	-126	0x80000122
Q1	short[3]	0x80000158	0x80000158
w4	short	0	0x80000124
w5	short	0	0x80000126
w6	short	-1	0x80000128
Xk	short[8]	0x80000160	0x80000160
Xk[0]	short	280	0x80000160
Xk[1]	short	-1	0x80000162
Xk[2]	short	0	0x80000164
Xk[3]	short	1	0x80000166
Xk[4]	short	1	0x80000168
Xk[5]	short	254	0x8000016A
Xk[6]	short	1	0x8000016C
Xk[7]	short	0	0x8000016E
	int	207	0x80000148
	int	42435	0x8000014C

*Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΑΥΤΗ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΟΥΛΕΨΕ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΚΕ .

ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΧΡΗΣΗΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ $FS=8\text{kHz}$ ΓΙΑ ΑΥΤΟ ΤΟ ΛΟΓΟ ΔΕΝ ΕΙΜΑΙ ΣΙΓΟΥΡΟΣ

ΑΝ ΘΑ ΔΟΥΛΕΨΕΙ ΚΑΙ ΜΕ $FS = 48\text{ kHz}$ (ΔΗΛΑΔΗ ΜΕ ΣΥΝΘΗΚΗ ΣΤΟΝ ΚΩΔΙΚΑ ΠΟΥ ΘΑ ΠΑΙΡΝΟΥΜΕ 1 ΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑ 6) , ΠΑΡΟΛΑΥΤΑ Ο ΠΑΡΑΔΟΤΕΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΙΝΑΙ ΓΙΑ ΤΗ 2^Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΟΠΩΣ ΖΗΤΟΥΣΕ ΚΑΙ Η ΕΚΦΩΝΗΣΗ.