



ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
Διαμόρφωση, Φόραση και Εκτίμηση Σημάτων

A<sup>1</sup>

ΟΝΟΜΑ ΚΑΙ ΕΠΩΝΥΜΟ:.....ΑΜ: .....

ΘΕΜΑ 1<sup>ο</sup> (30%) (A)

Για το διπλανό τμήμα προγράμματος  
MATLAB:

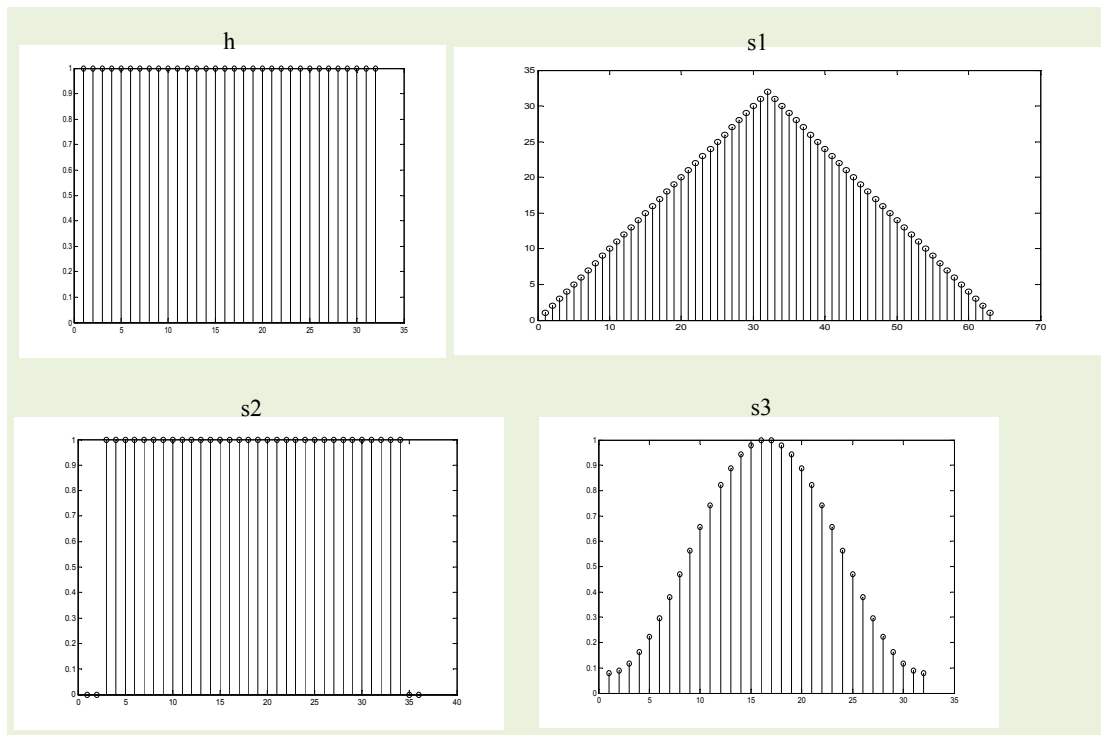
- Να δοθεί ένας πιο σύντομος τρόπος κωδικοποίησης του βρόχου 1-3.
- Ποιό είναι το αποτέλεσμα των σχεδιαστικών εντολών 8, 9, 10 και 11; (προσεγγιστικά της τελευταίας - με βαθμονομημένο τον οριζόντιο άξονα σε όλες τις περιπτώσεις)
- Πώς θα κανονικοποιούσατε το διάνυσμα s3, έτσι ώστε να έχει μοναδιαία ενέργεια;

```
1. for i=1:32
2.   h(i)=1;
3. end
4. s1=conv(h,h);
5. s2=conv(h,[0 0 1 0 0]);
6. wh=hamming(length(h));
7. s3=h.*wh';
8. figure; stem(h);
9. figure; stem(s1);
10. figure; stem(s2);
11. figure; stem(s3);
```

ΛΥΣΗ

a)  $h = \text{ones}(1, 32);$

b)



c)  $s3 = s3 / \sqrt{\text{sum}(s3.^2)};$  ή  $s3 = s3 / \sqrt{s3 * s3'};$

<sup>1</sup> Στη Β ομάδα θεμάτων διαφοροποιούνται οι τιμές κάποιων παραμέτρων. Οι λύσεις είναι παρόμοιες.

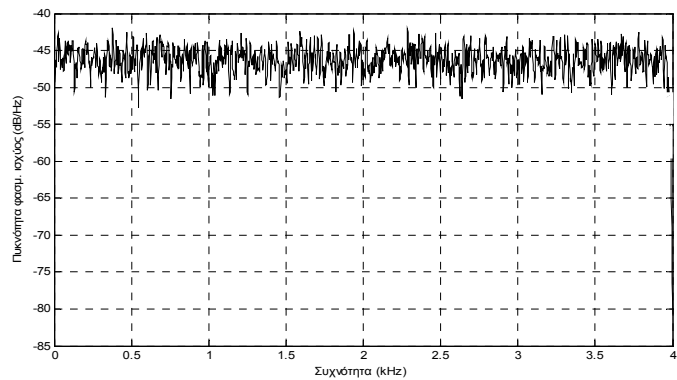


## ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup> (40%) (A)

Παράγουμε 10000 δείγματα λευκού, γκαουσιανού θορύβου, ισχύος 0.1 watt, με τη βοήθεια της εντολής 3 του διπλανού κώδικα. Η επόμενη εντολή, 4, σχεδιάζει την πυκνότητα φάσματος ισχύος του σήματος αυτού, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

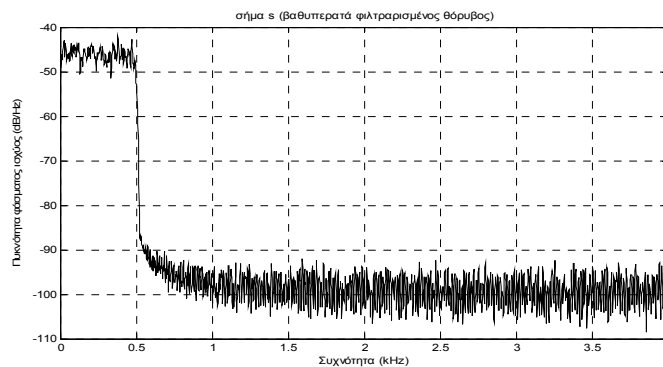
- Τι κάνουν οι εντολές 5 έως 8;
- Τι μορφή έχει το διάνυσμα  $h$  (αν το σχεδιάζαμε π.χ. με  $\text{plot}(h)$ );
- Να σχεδιαστεί προσεγγιστικά το εξαγόμενο των εντολών 9, 12 και 15 (με σωστή τη βαθμονόμηση του άξονα συχνοτήτων).
- Πώς θα τροποποιούσατε με εύκολο τρόπο τον κώδικα προκειμένου να είχατε διαμόρφωση-αποδιαμόρφωση SSB-LSB;
- Ποιά θα ήταν τότε το φάσμα του ζωνοπερατού σήματος;

```
1. clear all; close all;
2. Fs=8000;
3. n=wgn(1,10000,-10);
4. pwelch(n,[],[],[],Fs);
5. F1=480/Fs; F2=520/Fs;
6. order=256;
7. h=firpm(order,[0 F1 F2 0.5]*2,[1 1 0 0]);
8. s=conv(n,h); s=s(order/2+(1:length(n)));
9. figure; pwelch(s,[],[],[],Fs);
10. Fc=1500/Fs; %
11. s1=sqrt(2)*s.*cos(2*pi*Fc*[1:length(s)]);
12. figure; pwelch(s1,[],[],[],Fs);
13. s3=sqrt(2)*s1.*cos(2*pi*Fc*[1:length(s1)]);
14. s4=conv(s3,h); s4=s4(order/2+(1:length(s3)));
15. figure; pwelch(s4,[],[],[],Fs);
```



## ΛΥΣΗ

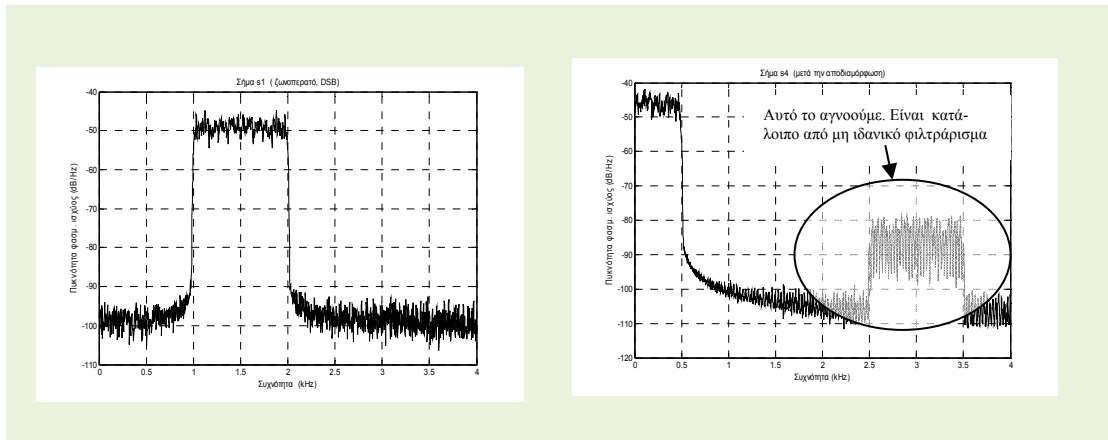
- Οι εντολές 5 έως 8 φιλτράρουν το σήμα θορύβου μέσα από βαθυπερατό φίλτρο συχνοτήτας αποκοπής περί τα 500 Hz (κανονικοποιημένη συχνοτήτας αποκοπής: 500/Fs)
- Η μορφή του  $h$  είναι όμοια με αυτήν μιας περικομμένης συνάρτησης δειγματοληψίας
- $s$ :





γ) (συνέχεια)

s1, s4:

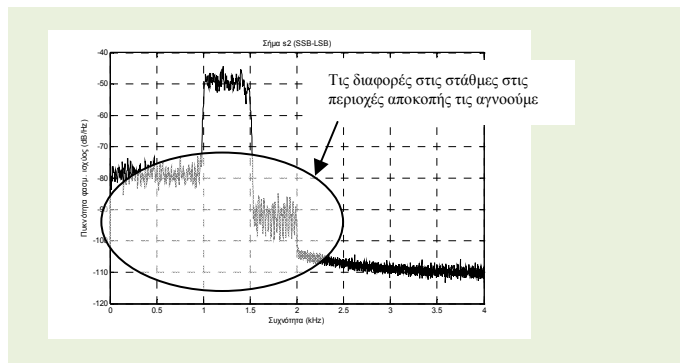


δ) Μετά την εντολή 12, προσθέτουμε τις εξής εντολές:

```
h1=firpm(order, [0 Fc*[0.98 1.02] 0.5]*2, [1 1 0 0]);  
s2=conv(s1,h1); s2=s2(order/2+(1:length(s1)));
```

Κάνουμε δηλαδή ένα βαθυπερατό φίλτρίσμα του σήματος DSB με συχνότητα αποκοπής την  $F_c$ . Το σήμα  $s_2$  είναι το ζωνοπερατό SSB-LSB, και συνεχίζουμε πλέον με αυτό (αντί του  $s_1$ ).

ε)





### ΘΕΜΑ 3<sup>ο</sup> (30%) (A)

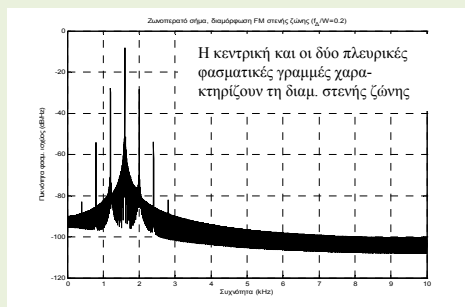
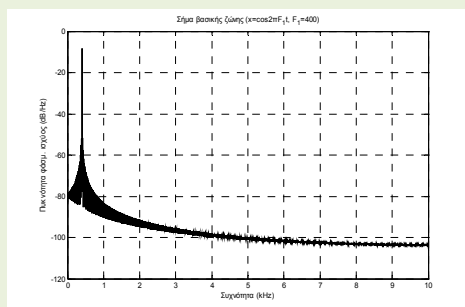
α) Να σχεδιαστούν προσεγγιστικά (με σωστή όμως βαθμονόμηση του άξονα συχνοτήτων) τα αποτελέσματα των εντολών 5, 10 και 15.

β) Ποιό είναι το εύρος ζώνης του διαμορφωμένου σήματος  $y_2$  σύμφωνα με τον κανόνα του Carson και πόσα πλευρικά στοιχεία (γραμμές φάσματος) δεξιά και αριστερά της  $F_c$  αυτό περιλαμβάνει;

```
1. clear all; close all;
2. Fs = 20000;
3. t = [0:2*Fs+1]/Fs;
4. F1=400; x = cos(2*pi*F1*t);
5. figure; pwelch(x, [], [], [], Fs);
6. freqdev=F1/5;
7. b1=freqdev/F1;
8. Fc = 4*F1;
9. y1=cos(2*pi*Fc*t+b1*sin(2*pi*F1*t));
10. figure; pwelch(y1, [], [], [], Fs);
11. freqdev=F1*3;
12. b2=freqdev/F1;
13. Fc = 4*freqdev;
14. y2=cos(2*pi*Fc*t+b2*sin(2*pi*F1*t));
15. figure; pwelch(y2, [], [], [], Fs);
```

### ΛΥΣΗ

α)



β)  
Εύρος ζώνης κατά Carson:  $2(f_c/W+2)W$   
Το εύρος ζώνης του σήματος βασικής ζώνης είναι  $W=F1=400$  Hz, στο δε σήμα FM έχουμε φασματικές γραμμές γύρω από την  $F_c$  ανά 400 Hz. Το προσεγγιστικό κατά Carson εύρος ζώνης περιλαμβάνει  $2(f_c/W+2)=10$  γραμμές (5 δεξιά και 5 αριστερά της  $F_c$ ).

