

## ΑΝΑΦΟΡΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

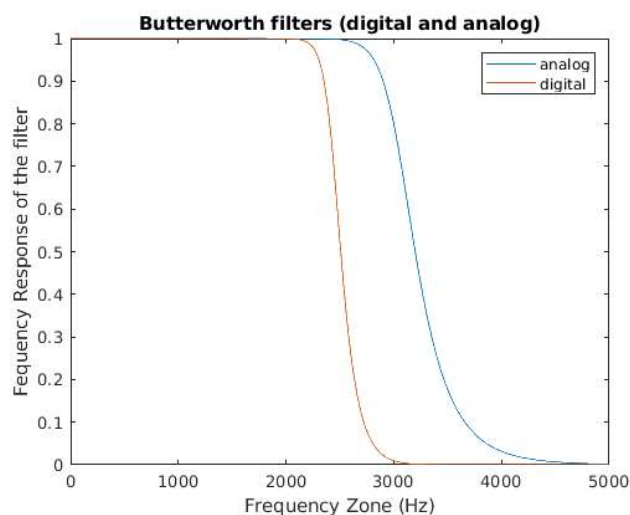
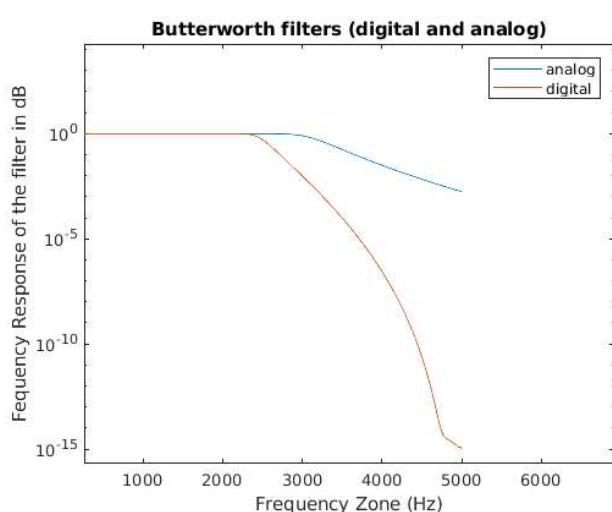
Αλευράκης Δημήτριος	2017030001
Αμπλιανίτης Κωνσταντίνος	2017030014
Ζαχαριάδης Μάνος	2017030152

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο τρίτο εργαστήριο πειραματηστήκαμε με τα φίλτρα συχνοτήτων. Πιο συγκεκριμένα, αφού δημιουργούμε ένα χαμηλοπερατό Butterworth φίλτρο και ένα υψηλοπερατό Chebysev φίλτρο δοκιμάζουμε να περάσουμε κάποια σήματα από τα φίλτρα μας για να δούμε την αποκοπή ή τον ψαλιδισμό κάποιων συχνοτήτων.

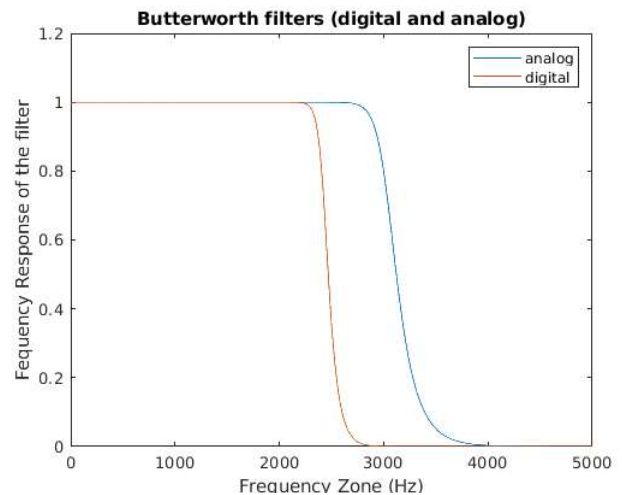
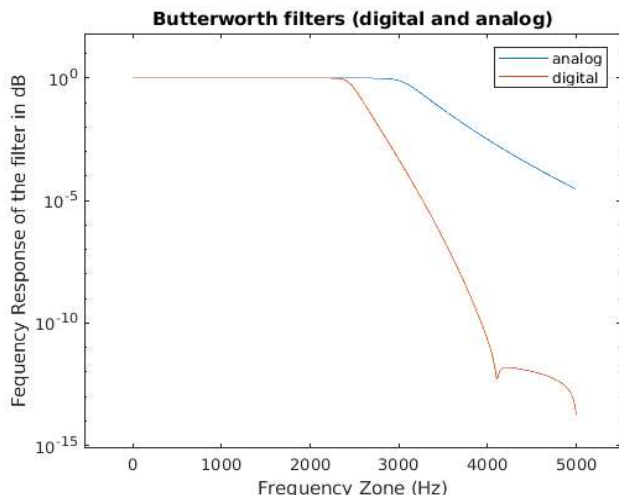
### ΑΣΚΗΣΗ 1

Για το 1ο κομμάτι της εργαστηριακής άσκησης προκειμένου να δημιουργήσουμε ένα ψηφιακό φίλτρο, σχεδιάζουμε πρώτα το κατάλληλο αναλογικό και έπειτα το μετασχηματίζουμε σε ψηφιακό. Έτσι, μπορούμε, τελικά, να δούμε την τη διαφορά της απόκρισης στη ζώνη των συχνοτήτων μεταξύ των δύο ειδών καναλιών. Για να βρούμε την τάξη του φίλτρου χρησιμοποιούμε την συνάρτηση buttord του Matlab η οποία επιστρέφει την τάξη αλλά και την συχνότητα αποκοπής του φίλτρου. Αφού εκτυπώσαμε στο ίδιο γράφημα την απόκριση συχνότητας των δύο φίλτρων , ψηφιακού και αναλογικού, παρατηρήσαμε ότι η ζώνη μετάβασης στο ψηφιακό φίλτρο είναι στενότερη με αποτέλεσμα η κλίση του γραφήματος να έχει πιο απότομη πτώση. Άρα, στο ψηφιακό φίλτρο η ζώνη μετάβασης είναι μικρότερη από ότι στο αναλογικό φίλτρο.



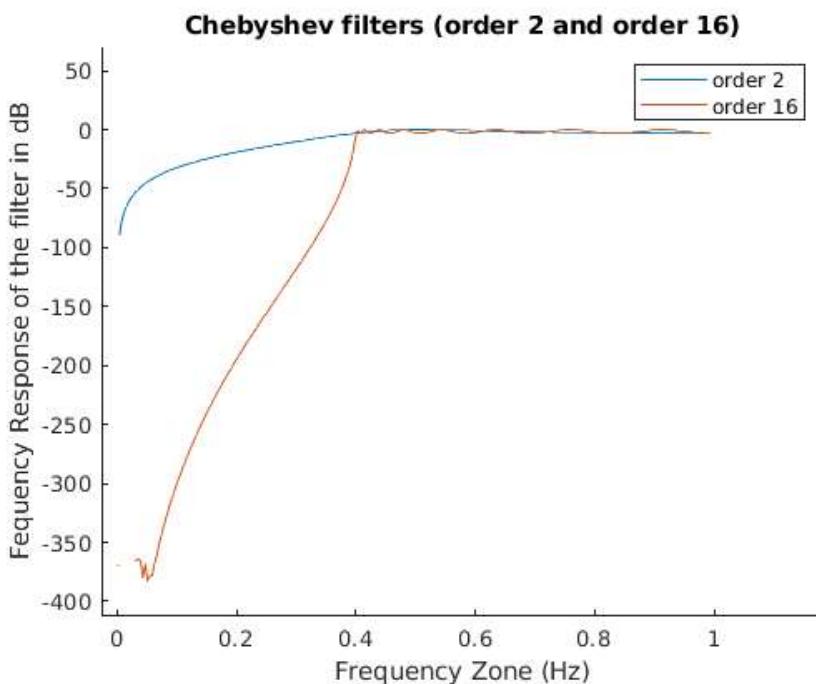
Στις 2 παραπάνω φωτογραφίες εκτυπώνουμε, αριστερά την απόκριση της συχνότητας του φίλτρου butterworth σε dB με την χρήση της συνάρτησης semilogy, ενώ δεξιά εκτυπώνουμε ξανά την απόκριση της συχνότητας του φίλτρου αλλά με την συνάρτηση plot δηλαδή με τον άξονα Y όχι σε λογαριθμική κλίμακα. Την συνάρτηση plot την χρησιμοποιούμε για πιο εμφανή και κατανοητά αποτελέσματα.

Αλλάζοντας το attenuation της stopband ζώνης σε 50 dB ουσιαστικά μεταβάλλουμε την τάξη του φίλτρου μας. Αυξάνοντας το attenuation, αυξάνουμε την τάξη του (από 13 γίνεται 21), που όπως είπαμε και παραπάνω αποτέλεσμα έχει την μείωση της ζώνης μετάβασης και την πιο απότομη πτώση της απόκρισης συχνότητας.



## ΑΣΚΗΣΗ 2

Για το 2ο κομμάτι της άσκησης δημιουργούμε από την αρχή ένα ψηφιακό φίλτρο με την χρήση της συνάρτησης cheby1, αυτή τη φορά χωρίς την δημιουργία του κατάλληλου αναλογικού. Λαμβάνοντας την συχνότητα cut-off  $\omega_c$  βρίσκουμε την συχνότητα  $f_c$  από τον τύπο  $f_c = \frac{\omega}{2\pi}$  και την κανονικοποιούμε διαιρώντας την με  $f_s$ . Έπειτα, επαναπροσδιορίζουμε το τελικό  $\omega$  που θα χρησιμοποιήσουμε και στην δημιουργία των φίλτρων.



Στην παραπάνω φωτογραφία παρατηρούμε τα δύο φίλτρα που σχεδιάσαμε τα οποία είναι ίδιου τύπου υπερπέρατα αλλά διαφορετικής τάξεως. Έτσι, αφ' ενός βλέπουμε την ζώνη μετάβασης να είναι στενότερη, η κλίση δηλαδή πιο απότομη, και αφ' ετέρου οι ταλαντώσεις που εμφανίζονται είναι εντονότερες και πιο εμφανείς στο φίλτρο με την υψηλότερη τάξη.

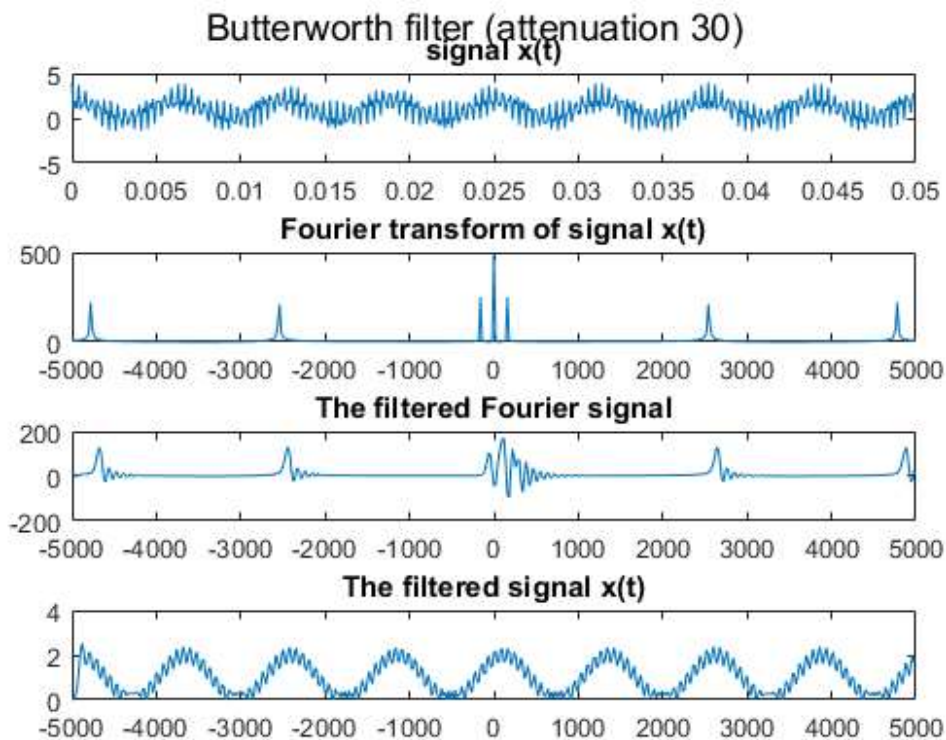
Η συνάρτηση `freqz` πολλαπλασιάζει τις συχνότητες με  $\pi$ . Έτσι, όσον αφορά το διάστημα  $[0,1]$ , δηλαδή το διάστημα  $[0,\pi]$ , παρατηρούμε ότι μας είναι αρκετό για να λάβουμε την απαραίτητη πληροφορία που χρειαζόμαστε, αφού παίρνοντας το διάστημα  $[0,2]$ , που ισοδυναμεί στην `freqz` με το  $[0,2\pi]$ , έχουμε συμμετρικότητα ως προς τον άξονα  $y'y$ . Άρα, η πληροφορία επαναλαμβάνεται και δεν είναι απαραίτητα εκτενέστερα δείγματα για να χαρακτηρίσουμε το διάγραμμα.

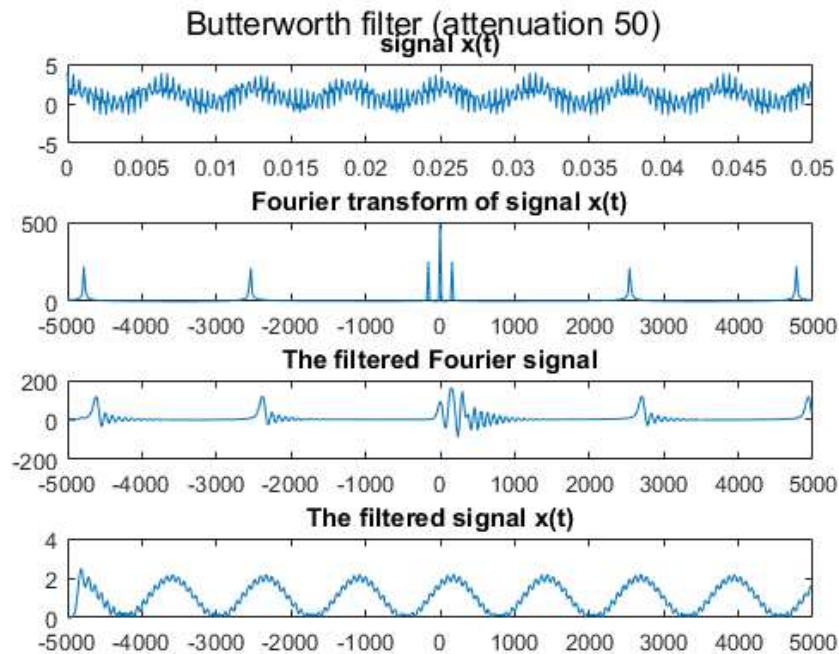
### ΑΣΚΗΣΗ 3

Στο τρίτο μέρος της εργαστηριακής άσκησης δοκιμάζουμε τα φίλτρα που φτιάξαμε περνώντας μέσα από αυτά δύο δοσμένα σήματα  $x(t)$  όπου και για τις δύο περιπτώσεις τυπώνουμε με την σειρά: το σήμα που μας δίνεται, τον μετασχηματισμό Fourier του σήματος, τον περασμένο από το φίλτρο μετασχηματισμό Fourier και τέλος το περασμένο από το φίλτρο, σήμα  $x(t)$ .

A) Για να μην υπάρχει το φαινόμενο *aliasing* κατά το φιλτράρισμα του σήματος μας πρέπει να πραγματοποιείται η συνθήκη του Nyquist  $F_s \geq 2 F_{max}$ . Για την συχνότητα του σήματος  $x(t)$  έχουμε ότι:  $2\pi F_{max} t = 30000 t \Leftrightarrow 2 F_{max} = \frac{30000}{\pi} \Leftrightarrow 2 F_{max} = 9,554$ . Δεδομένου ότι η

$F_s = 10\text{kHz}$  η συνθήκη του Nyquist πραγματοποιείται και δεν υπάρχει το φαινόμενο *aliasing*. Το πρώτο φίλτρο που φτιάχνουμε είναι *lowpass* επομένως, με μεγαλύτερο *attenuation* το φίλτρο αποκοπότες περισσότερες συχνότητες οι οποίες ανήκουν στην ζώνη μετάβασης. Έτσι, παρατηρούμε την κυματομορφή που εξάγεται μετά το φιλτράρισμα του σήματος με φίλτρο *attenuation* 50, να είναι πιο αραυή από εκείνη του φίλτρου με *attenuation* 30.





B)

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με το προηγούμενο υποερώτημα, προκύπτει το παρακάτω γράφημα από την δημιουργία του highpass Chebyshev φίλτρου τάξης 16. Όπως περιμέναμε και σε αυτήν την περίπτωση οι συχνότητες που βρίσκονται κάτω από την cutoff frequency του φίλτρου αποκόπτονται ή ψαλιδίζονται ανάλογα με το πόσο κοντά βρίσκονται στην συχνότητα αυτή.

