ΤΗΛ301: ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΟΣ

3η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

Λαζαρίδης Κωνσταντίνος	2016030102
Νίκου Γεώργιος Νεκτάριος	2016030125

Περιεχόμενα

Άσκηση 1 3

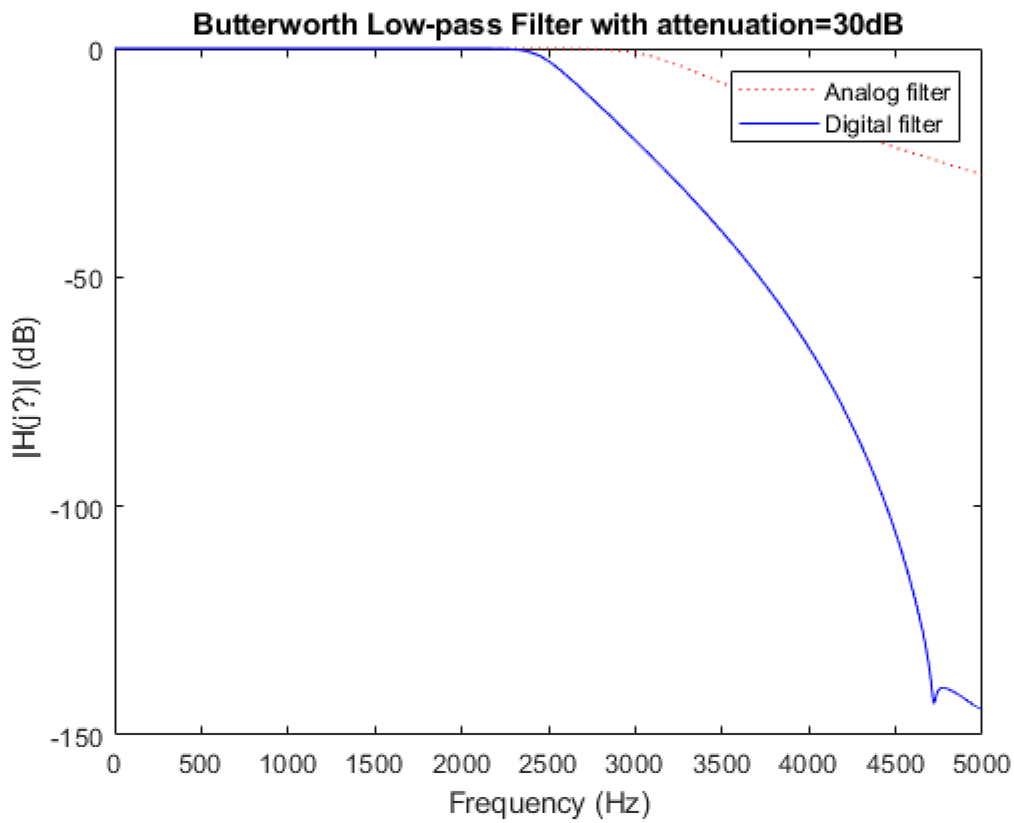
Άσκηση 2 4

Άσκηση 3.α 5

Άσκηση 3.β 7

Άσκηση 1

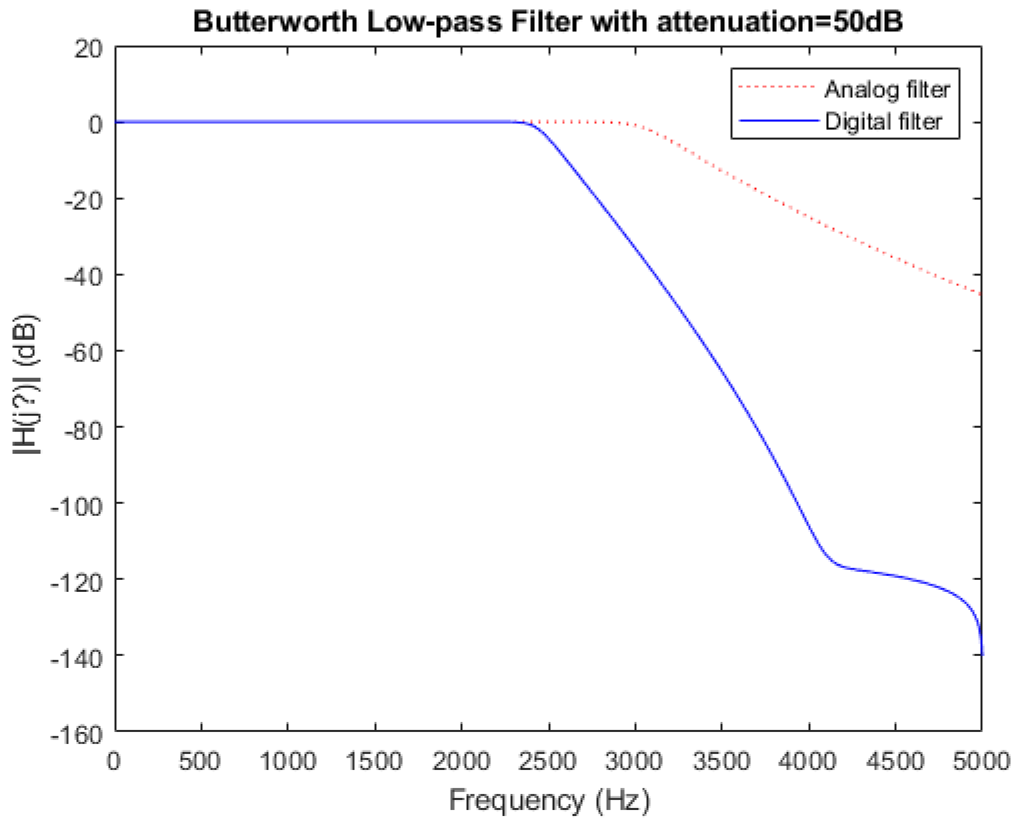
Αρχικά σχεδιάζουμε ένα αναλογικό low-pass Butterworth φίλτρο. Για να βρούμε την τάξη του φίλτρου, θέτουμε ως ορίσματα στην buttord τα ripple, buttord, καθώς και τα passband και stopband σε rad/s. Με την βοήθεια των συναρτήσεων buttap, zp2tf, lp2lp, freqs σχεδιάζουμε το αναλογικό φίτλρο. Έπειτα με την bilinear μετατρέπουμε το αναλογικό φίλτρο σε ψηφιακό και το αποτυπώνουμε με την freqz. Τέλος μεσω της linspace δημιουργήσαμε τον οριζόντιο άξονα του γραφήματος και αποτυπώνουμε το μέτρο των φίλτρων σε λογάριθμο για καλύτερη απεικόνιση των μεταβολών.



Παρατηρώντας το σχήμα διαπιστώνουμε πως το ψηφιακό φίλτρο φθίνει πιο γρήγορα από το αναλογικό.

Αλλάζοντας μόνο το attenuation σε 50dB επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία με παραπάνω για να παράγουμε το αναλογικό και ψηφιακό φίλτρο.

Η



διαφορά του δεύτερου φίλτρου είναι πως το πλάτος του φθίνει πιο γρήγορα σε σχέση με το πρώτο, τόσο για το αναλογικό όσο και το ψηφιακό φίλτρο.

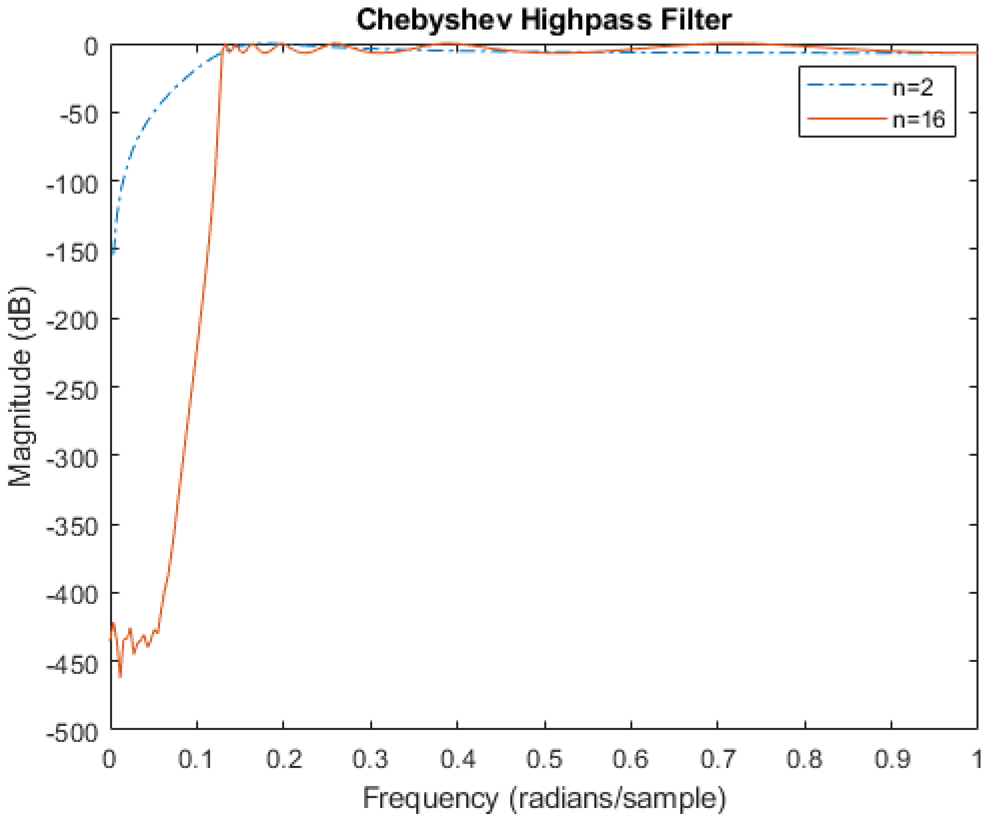
Άσκηση 2

Σε αυτή την άσκηση, ζητήθηκε η σχεδίαση ενός Chebyshev high pass φίλτρου με τάξη 2 και 16, με τα χαρακτηρίστηκα του φίλτρου να είναι:

- cutoff συχνότητα ωc = 2rad/sec
- περίοδος δειγματοληψίας Ts=0.2s
- passband ripple 3db

Για την κατασκευή των φίλτρων αυτών χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση cheby1 ενώ το πλάτος των αποκρίσεων σχεδιάστηκε με 256 δείγματα.

Ο



οριζόντιος άξονας της συνάρτησης είναι στο εύρος 0 έως 1, αυτό συμβαίνει διότι η συχνότητα είναι κανονικοποιημένη . Τέλος παρατηρείται ότι το φίλτρο με τάξη 16 τείνει περισσότερο στο ιδανικό φίλτρο, ωστόσο διακρίνεται ότι το φίλτρο αυτό έχει περισσότερα ripples απ' οτι το φίλτρο με τάξη 2.

Άσκηση 3.α

Στην ασκηση 3.α μας ζητήθηκε να δειγματοληπτίσουμε το σήμα

$$x(t)=1+\cos(1000t)+\cos(16000t)+\cos(30000t)$$

$$x(t)=1+\cos(2\pi*(500/\pi)*t)+\cos(2\pi*(8000/\pi)*t)+\cos(2\pi*(15000/\pi)*t)$$

Οι συχνότητες των συνημίτονων είναι

- $\frac{500}{\pi}159\,Hz$
- $\frac{8000}{\pi}2546\,Hz$
- $\frac{15000}{\pi}Hz\,4774\,Hz$

Η μέγιστη συχνότητα των τριών είναι:

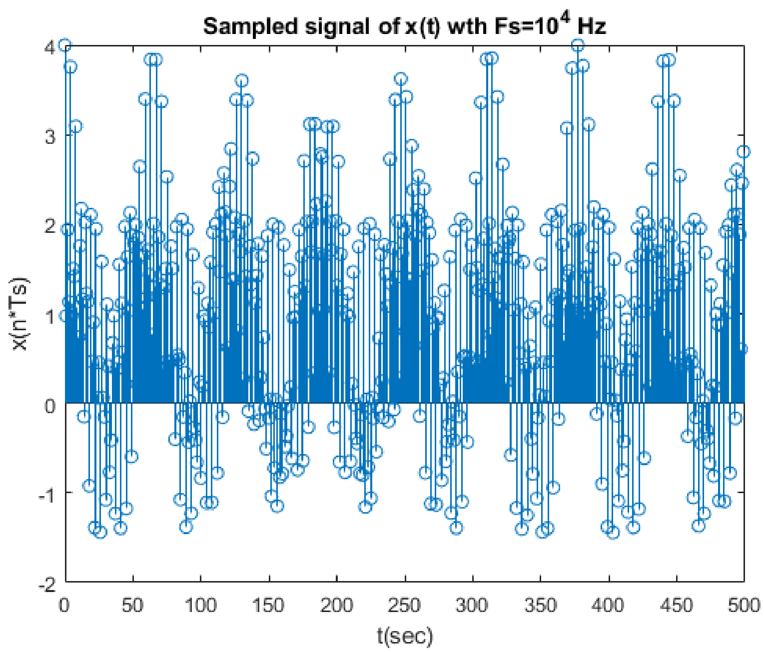
$$F\,max=\frac{15000}{\pi}\,Hz\,4774\,Hz\,.$$

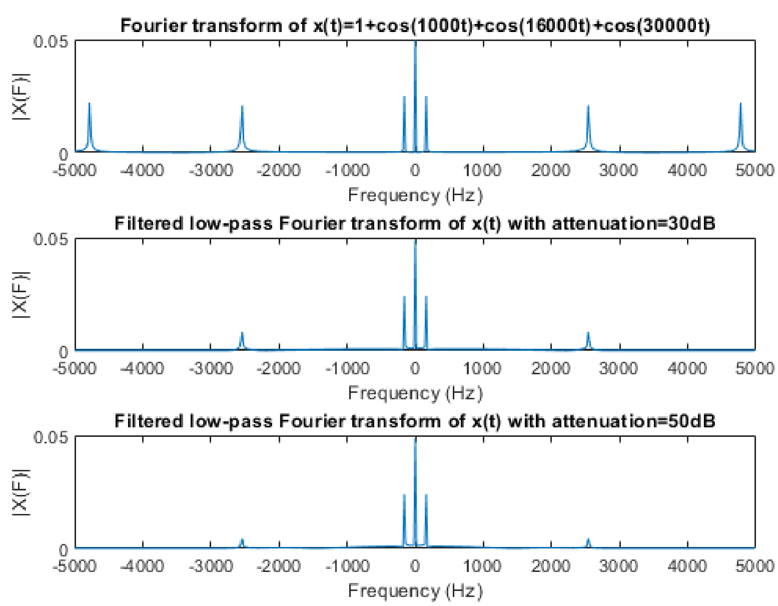
Έχουμε συχνότητα δειγματοληψίας:

$$F\,s=10\,KHz>2*F\,max=9549\,Hz$$

Επομένως δεν προβλέπετε να παρατηρηθεί aliasing για περίοδο Ts = 1/Fs.

Η συχνότητα δειγματοληψίας του σήμα x(t) είναι F_s = 10KHz και το απεικονίζουμε μεσω της stem. Για να φιλτράρουμε το σήμα με ψηφιακό φίλτρο χρησιμοποιούμε την συνάρτηση filter. Σε αυτή δίνουμε ως ορίσματα τα διανύσματα που προέκυψαν από την bilinear στην άσκηση 1, για attenuation 30 και 50 dB, καθώς και το σήμα x(t). Παίρνουμε τον μετασχηματισμό Fourier των τριών σημάτων(x(t) και φιλτραρισμένων) και απεικονίζουμε το φάσμα τους.





Το αρχικό σήμα εμφανίζει συχνότητες στα 0 Hz(λόγω του 1 στο αρχικό σήμα), ±160Hz, ±2540Hz και ±4780Hz. Στο πρώτο φιλτραρισμένο σήμα με attenuation=30dB παρατηρούμε πως μένει άθικτο το φάσμα για συχνότητες 0 Hz και ±160Hz, καθώς βρίσκεται μέσα στα όρια του passband(0-3KHz). Το φάσμα εξαφανίζεται για ±4780Hz καθώς βρίσκεται μέσα στα όρια του stopband (4-5KHz). Τέλος για το φάσμα στα ±2540Hz αποκόπτεται το πλάτος καθώς βρίσκεται ανάμεσα στις συχνότητες του passband και stopband, δηλαδή στην ζώνη μετάβασης.

Για το δεύτερο φιλτραρισμένο σήμα με attenuation=50dB το μόνο που αλλάζει είναι ότι το πλάτος του φάσματος στις συχνότητες ±2540Hz αποκόπτεται περαιτέρω. Η εξήγηση για αυτό είναι πως με την αύξηση του attenuation το φάσμα του σήματος στις συχνότητες αυτές μετακινείται πιο κοντά στο stopband και επομένως αποκόπτεται περισσότερο.

Άσκηση 3.β

Στην ασκηση 3.β μας ζητήθηκε να δειγματοληπτίσουμε το σήμα

$$x(t)=1+\cos(1,5t)+\cos(5t)$$

$$x(t)=1+\cos\left(2\pi\left(\frac{0,75}{\pi}\right)t\right)+\cos\left(2\pi\left(\frac{2,5}{\pi}\right)t\right)$$

- $\frac{0,75}{\pi}\approx 0,24\,Hz$
- $\frac{2,5}{\pi}\approx 0,79\,Hz$

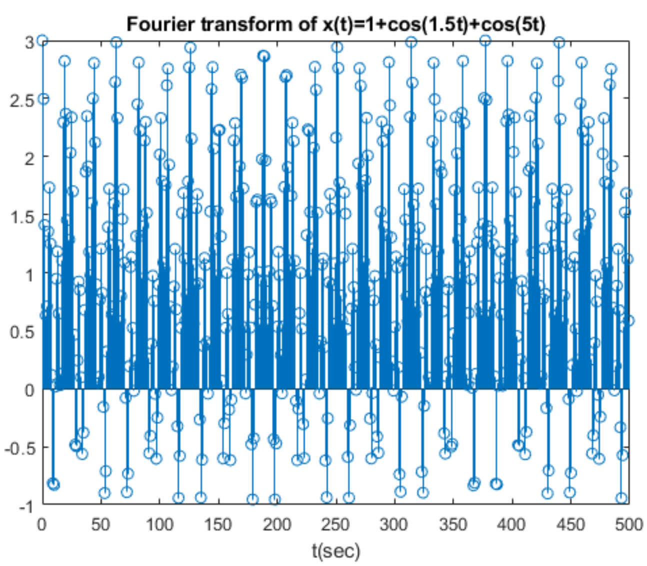
Η μέγιστη συχνότητα των τριών είναι:

$$F\,max=1,59\,Hz.$$

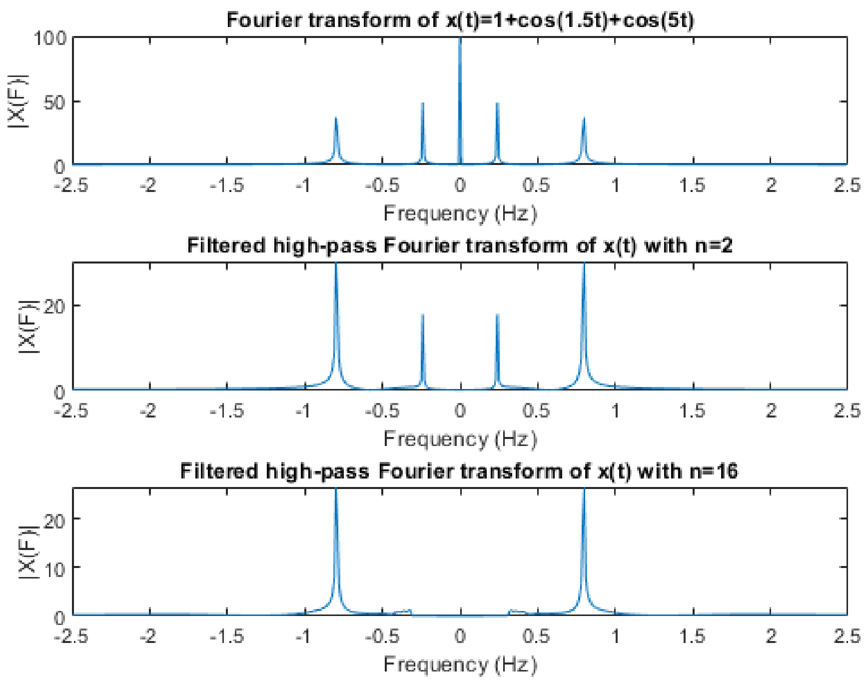
Έχουμε συχνότητα δειγματοληψίας:

$$F\,s=5\,Hz>2*F\,max=3,18\,Hz$$

Επομένως δεν προβλέπετε να παρατηρηθεί aliasing



Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας το 2º φίλτρο που σχεδιάστηκε στην άσκηση 2 ζητήθηκε να αφαιρεθούν οι χαμηλές συχνότητες του σήματος x(t).



Παρατηρείται ότι ο μετασχηματισμός Fourier του σήματος εμφανίζει φάσμα στις συχνότητες 0, ±0,24 Hz και ±0,8 Hz. Το highpass φίλτρο Chebyshev με (n=2) παρατηρείτε ότι αποκόπτει εντελώς το φάσμα για συχνότητα 0 Hz, καθώς βρίσκεται μέσα στο stopband. Όμως επιτρέπει στις συχνότητες ±0,24 Hz και ±0,8 Hz να διελεύσουν, αλλά και στις δύο συχνότητες το πλάτος αποκόπτεται επομένως βρίσκονται και οι δύοστην ζώνη μετάβασης. Επιπλέον βλέπουμε ότι το πλάτος στις συχνότητες ±0,24 αποκόπτεται περισσότερο από τα αντιστοίχα στα ±0,8 Hz, το οποίο είναι λογικό καθώς οι πρώτες βρίσκονται πιο κοντά στο stopband. Για το highpass φίλτρο Chebyshev με (n=16) αποκόπτει τις χαμηλές συχνότητες στα 0 Hz και στα ±0,24 Hz, οι οποίες βρίσκονται στο stopband, ενώ αποκόπτει περισσότερο τις υψηλές συχνότητες σε σχεση με πριν, οι οποίες βρίσκονται στην ζώνη μετάβασης . Επομένως για n=16 βλέπουμε ότι σαν φίλτρο προσεγγίζει περισσότερο το ιδανικό σε σχέση με το προηγούμενο και ότι οι συχνότητες στα ±0,24 Hz περιλαμβάνονται πλέον στο stopband και όχι στην ζώνη μετάβασης.