



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ,

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΒΕΣ 06: ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΙΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Ακαδημαϊκό Έτος 2006 – 2007, Εαρινό Εξάμηνο

Φροντιστηριακή Άσκηση 1:

Η χρήση του μετασχηματισμού Z στην ανάλυση ΓΧΑ συστημάτων διακριτού χρόνου

5 Μαρτίου 2007

Ο μετασχηματισμός Z είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την ανάλυση διακριτών Γραμμικών Χρονικά Αναλλοίωτων (ΓΧΑ) συστημάτων. Παρέχει δυνατότητες για:

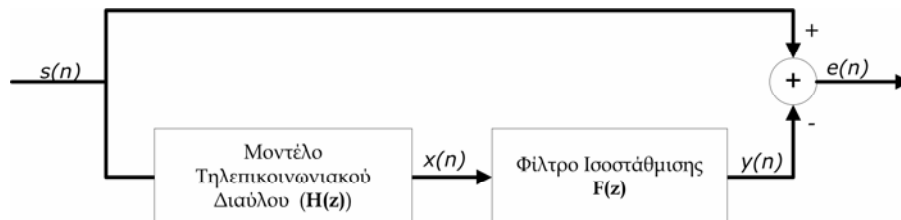
1. Αποτελεσματικό υπολογισμό της απόκρισης ενός ΓΧΑ συστήματος (η συνέλιξη στο πεδίο $y(n) = x(n) \star h(n)$ υπολογίζεται ως γινόμενο στο πεδίο του μετασχηματισμού Z: $Y(z) = X(z)H(z)$, $y(n) = Z^{-1}\{Y(z)\}$).
2. Ανάλυση της ευστάθειας ενός ΓΧΑ συστήματος (μέσω του υπολογισμού της περιοχής σύγκλισης)
3. Χαρακτηρισμό ενός ΓΧΑ σε σχέση με τη συμπεριφορά του στο πεδίο της συχνότητας (βαθυπερατό φίλτρο, ζωνοπερατό φίλτρο, κλπ)

Οι φροντιστηριακές ασκήσεις που ακολουθούν έχουν στόχο την εξοικείωση σας με τη χρήση του μετασχηματισμού Z για την ανάλυση διακριτών ΓΧΑ συστημάτων καθώς και υπολογιστικών εργαλείων (Matlab) τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό.

Άσκηση 1: Σχεδίαση Φίλτρου Αντιστάθμισης

Θεωρήστε ότι ζητούμε να σχεδιάσουμε ένα φίλτρο αντιστάθμισης με συνάρτηση μεταφοράς $F(z)$ το οποίο να απαλείφει τις παρεμβολές που εισάγει ο τηλεπικοινωνιακός διάυλος κατά τη μετάδοση του σήματος. Υποθέτουμε ότι υπάρχει

μοντελοποίηση της συμπεριφοράς του διαύλου μέσω της συνάρτησης μεταφοράς $H(z) = \frac{(z+3)(z+0.25)}{16 \cdot (z+0.5)(z-0.75)}$.



- (a) Να χαρακτηριστεί η συμπεριφορά του τηλεπικοινωνιακού διαύλου (βαθυπερατή, ζωνοπερατή, υψιπερατή) με βάση την απόκριση συχνότητας της $H(z)$. Για τον υπολογισμό της απόκρισης συχνότητας χρησιμοποιήστε την εντολή `freqz` σε ένα σύνολο από συχνότητες στο διάστημα $[0 \pi]$. Σε τι αντιστοιχεί η συχνότητα π ,
- (b) Απεικονίστε τις θέσεις των πόλων και μηδενικών της συνάρτησης μεταφοράς με τη βοήθεια της εντολής `pzmap`. Για να χρησιμοποιήσετε την εντολή `pzmap` χρειάζεται πρώτα να ορίσετε τη συνάρτηση μεταφοράς $H(z)$ με τη βοήθεια της εντολής `zpk`.

- (c) Ελέγξτε το σύστημα $H(z)$ ως προς την ευστάθεια του και υπολογίστε την περιοχή σύγκλισης. Υπάρχει ο μετασχηματισμός Fourier του συστήματος; Είναι το σύστημα ελάχιστης φάσης; Τι σημαίνει πρακτικά ότι ένα σύστημα είναι ελάχιστης φάσης;
- (d) Ποια θα πρέπει να είναι η συνάρτηση μεταφοράς $F(z)$ του φίλτρου αντιστάθμισης ώστε να απαλείφονται οι παρεμβολές του τηλεπικοινωνιακού διαύλου;
- (e) Έστω ότι επιλέγουμε $F(z) = \frac{1}{H(z)}$. Υπολογίστε την κρουστική απόκριση του συστήματος $F(z)$ με τη βοήθεια της εντολής *impulse*. Τι παρατηρείτε? Έχει το σύστημα $F(z)$ την επιθυμητή συμπεριφορά;
- (f) Βρείτε το ισοδύναμο σύστημα ελάχιστης φάσης $H_{\min}(z)$ του συστήματος $H(z)$. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις υπάρχει το σύστημα $H_{\min}(z)$;
- (g) Επιβεβαιώστε την ισοδυναμία των συστημάτων $H_{\min}(z)$ και $H(z)$ με τη βοήθεια της εντολής *freqz*. Τι παρατηρείτε σε σχέση με τη φάση των δύο συστημάτων.
- (h) Υπολογίστε την κρουστική και βηματική απόκριση των συστημάτων $H_{\min}(z)$ και $H(z)$ χρησιμοποιώντας τις εντολές *impulse* και *step*. Τι παρατηρείτε;
- (i) Ορίζουμε ως φίλτρο αντιστάθμισης $F_{inv}(z) = \frac{1}{H_{\min}(z)}$. Υπολογίστε την κρουστική απόκριση (*impulse*) και την απόκριση συχνότητας (*freqz*) του συστήματος $F_{inv}(z)$.

Άσκηση 2: Υπολογισμός συνέλιξης σημάτων διακριτού χρόνου

1. Έστω τα σήματα διακριτού χρόνου $x(n) = a^n u(n)$, $a = 0.95$ και $h(n) = u(n)$. Να υπολογίσετε τη συνέλιξη των δύο σημάτων με τη βοήθεια του μετασχηματισμού Z.
2. Έστω τα σήματα διακριτού χρόνου $x(n) = [4 \ 9 \ 5 \ 4 \ 8 \ 5 \ 2 \ 7 \ 8 \ 0 \ 7 \ 4 \ 8 \ 5 \ 7 \ 4]$ και $h(n) = [1 \ 4 \ 9 \ 16 \ 8 \ 2 \ 1]$. Να υπολογίσετε τη συνέλιξη των δύο σημάτων με τη του διακριτού μετασχηματισμού Fourier (εντολή *fft*).