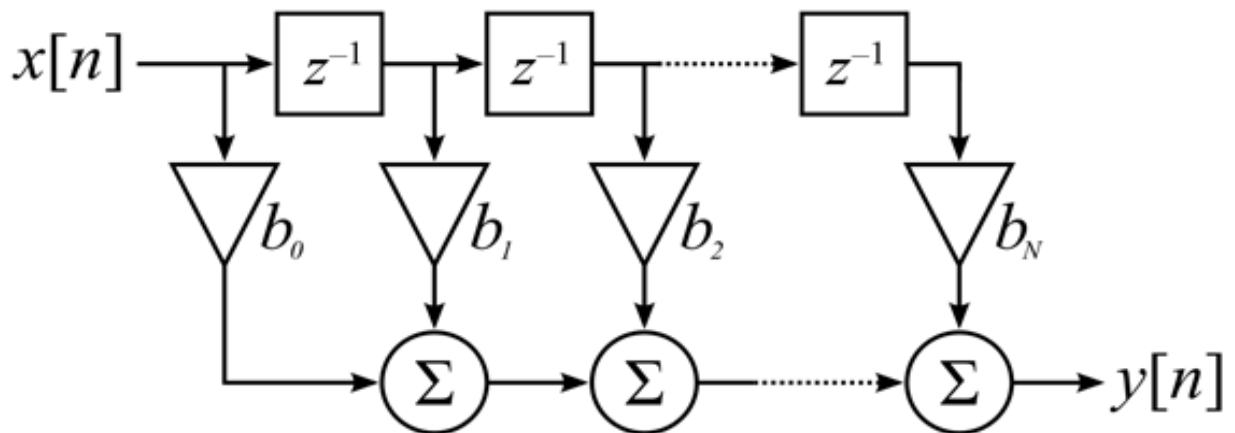


Ανάπτυξη αλγορίθμου για την αντιστάθμιση της χρωματικής διασποράς σε οπτικά συστήματα.

Χρωματική διασπορά ονομάζεται η εξάρτηση της σταθεράς διάδοσης ενός κύματος ($\beta = \frac{2\pi n(\omega)}{\lambda}$) που μεταδίδεται σε οπτική ίνα από την συχνότητα. Οι διαφορετικές φασματικές συνιστώσες που αποτελούν έναν παλμό μεταδίδονται με διαφορετικές ταχύτητες προκαλώντας τη χρονική διαπλάτυνσή του. Άμεση συνέπεια είναι η εμφάνιση της διασυμβολικής παρεμβολής (Intersymbol interference – ISI), όπου γειτονικά σύμβολα παρεμβάλλουν το ένα στο άλλο, επιφέροντας την αύξηση της πιθανότητας λάθους.

Σκοπος της παρούσας άσκησης είναι η ανάπτυξη αλγορίθμου, σε περιβάλλον MATLAB, για την αντιστάθμιση της χρωματικής διασποράς. Ο αλγόριθμος βασίζεται στη δημιουργία ενός φίλτρου πεπερασμένης κρουστικής απόκρισης (Finite Impulse Response – FIR) φίλτρου στο πεδίο του χρόνου, με κρουστική συνάρτηση τέτοια ώστε να αναιρεί το φαινόμενο της χρωματικής διασποράς.



Εικόνα 1 Δομικό διάγραμμα φίλτρου πεπερασμένης κρουστικής συνάρτησης.

Τα βήματα για την υλοποίηση είναι τα εξής :

- 1) Δημιουργία σήματος προς μετάδοσης: Το σχήμα διαμόρφωσης μπορείται να επιλέξετε ελεύθερα, ωστόσο προτείνεται η επιλογή OOK (On-Off keying) ως η πιο απλή. Για τη ορθή δημιουργία του σήματος, το κάθε σύμβολο θα πρέπει να απεικονίζεται από τουλάχιστον 2 δείγματα (samples). Ο ρυθμός μετάδοσης του σήματος (baud rate) θα πρέπει να οριστεί στη τάξη των Gbps (π.χ. 28Gbps).

- 2) Εισαγωγή της χρωματικής διασποράς: Η συνάρτηση μεταφοράς χρωματικής διασποράς είναι η ακόλουθη:

$$H(z, \omega) = e^{-j \frac{D \lambda^2 \omega^2 z}{4\pi c}}$$

όπου D η παράμετρος διασποράς ($\sim 17 * 10^{-6} \frac{sec}{m^2}$), λ το μήκος κύματος ($\sim 1550nm$), ω η γωνιακή ταχύτητα, c η ταχύτητα του φωτός και z η απόσταση της μετάδοσης ($\sim 50 km$).

Για να εφαρμοστεί η χρωματική διασπορά θα πρέπει να μετατρέψετε το σήμα που δημιουργήσατε στο προηγούμενο βήμα, στο πεδίο της συχνότητας μέσω του μετασχηματισμού Fourier και να το πολλαπλασιάσετε με τη συνάρτηση μεταφοράς. Το τελικό σήμα θα πρέπει να μετατραπεί στο πεδίο του χρόνου μέσω του αντίστροφου μετασχηματισμού Fourier.

- 3) Εφαρμογή του φίλτρου για την αντιστάθμιση της χρωματικής διασποράς: Τα βάρη του φίλτρου δίνονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$b_k = \sqrt{\frac{j c T^2}{D \lambda^2 z}} e^{-\frac{\pi c k^2}{D \lambda^2 z}}$$

$$\left\lfloor -\frac{N}{2} \right\rfloor \leq k \leq \left\lfloor \frac{N}{2} \right\rfloor$$

$$N = 2 * \left\lfloor \frac{|D| \lambda^2 z}{2 c T^2} \right\rfloor + 1$$

όπου $\lfloor \cdot \rfloor$ το ακέραιο μέρος ενός δεκαδικού αριθμού, T η διάρκεια ενός παλμού και N ο αριθμός των βαρών. Η εφαρμογή του φίλτρου στο σήμα θα υλοποιηθεί με την built-in εντολή του MATLAB `filter(b,a,x)`.

Το πρώτο μέρος της παραδοτέας εργασίας θα πρέπει να περιλαμβάνει τη θεωρητική ανάλυση του φαινομένου της χρωματικής διασποράς ενώ το δεύτερο θα πρέπει να περιέχει τον κώδικα που υλοποιείσατε στο MATLAB. Σε κάθε ένα από τα τρία βήματα του αλγορίθμου θα πρέπει να επισυνάπτονται τα αντίστοιχα διάγραμμα χρόνου (plot) και τα διάγραμμα οφθαλμού (eye diagram) του σήματος.

Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την υλοποίηση του αλγορίθμου μπορείται να ανατρέξετε στην παρακάτω επιστημονική δημοσίευση:

Seb J. Savory, "Digital filters for coherent optical receivers," Opt. Express 16, 804-817 (2008).

Η εργασία θα πρέπει να παραδοθεί έως την Πέμπτη **8/6/2017**.