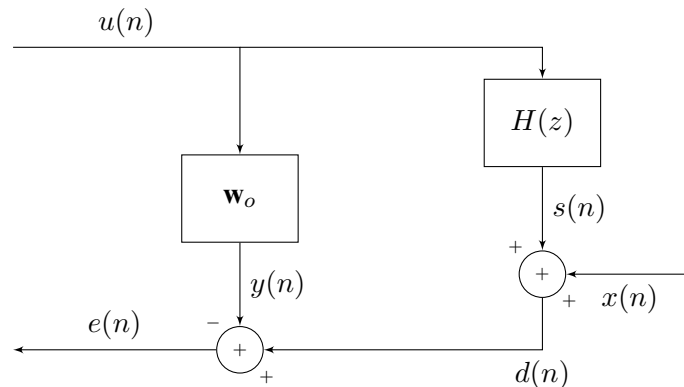


**Εξουδετέρωση Ηχούς**  
**Εργασία 4**  
**31 Μαΐου 2017**

Εμφάνιση ηχούς (*echo*) σε μια επικοινωνία υπάρχει όταν το σήμα που προέρχεται από τον πρώτο συνομιλητή  $u(n)$  μεταβάλλεται γραμμικά (λόγω καθυστερήσεων και ανακλάσεων στο χώρο) στο  $s(n)$  και στη συνέχεια αναμιγνύεται με το σήμα που προέρχεται από το δεύτερο συνομιλητή  $x(n)$ . Έχοντας διαθέσιμο το σήμα που προέρχεται από τον πρώτο συνομιλητή, είναι δυνατό να παρεμβληθεί προσαρμοσμένο φίλτρο, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση του σήματος του πρώτου συνομιλητή σε αυτό που τελικά θα μεταδοθεί  $e(n)$ , όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



$$s(n) = -0.13 u(n) + 0.67 u(n-1) - 0.18 u(n-2) + 0.39 u(n-3)$$

$$u(n) = -0.87 u(n-1) - 0.22 u(n-2) - 0.032 u(n-3) + v_1(n)$$

$$x(n) = -0.57 x(n-1) - 0.16 x(n-2) - 0.08 x(n-3) + v_2(n)$$

$$d(n) = s(n) + x(n)$$

Αναλυτική περιγραφή της εφαρμογής *echo cancellation* υπάρχει στη διάλεξη 10.

Υποθέτοντας ότι τα  $v_1(n)$  και  $v_2(n)$  είναι λευκός θόρυβος με μηδενική μέση τιμή και διακύμανση  $\sigma_{v_1}^2 = 0.42$  και  $\sigma_{v_2}^2 = 0.72$ :

- α) Υπολογίστε τον πίνακα αυτοσυσχέτισης της εισόδου  $\mathbf{R}$ , το διάνυσμα ετεροσυσχέτισης της εισόδου και του επιθυμητού σήματος  $\mathbf{p}$  και τους βέλτιστους συντελεστές *Wiener*  $\mathbf{w}_o$ .
- β) Προσεγγίστε τους βέλτιστους συντελεστές *Wiener*, χρησιμοποιώντας τους αλγόριθμους προσαρμογής *LMS*, *normalized LMS* και *RLS*.
- γ) Το αρχείο `speakerA.mat` περιέχει το σήμα που προέρχεται από τον πρώτο συνομιλητή που συμμετέχει σε μια διμερή επικοινωνία. Το αρχείο `speakerB.mat` περιέχει το σήμα που προέρχεται από το δεύτερο συνομιλητή αλλοιωμένο από την ηχώ της φωνής του πρώτου. Χρησιμοποιήστε την παραπάνω διάταξη για να απομακρύνετε τις παρεμβολές από το σήμα του δεύτερου συνομιλητή, αν γνωρίζετε ότι η μέγιστη χρονική καθυστέρηση του σήματος που προέρχεται από τον πρώτο συνομιλητή και προκαλεί την ηχώ, μπορεί να είναι 6600 χρονικές στιγμές.
- δ) Αν η επιλογή του αλγόριθμου προσαρμογής στηρίζεται αποκλειστικά και μόνο στην ποιότητα του ήχου που παράγεται από το καθαρό σήμα, ποιον αλγόριθμο θα επιλέγατε;

**Παραδώστε:** Μια σύντομη αναφορά (όχι πάνω από τρεις σελίδες) με διαγράμματα και σχόλια για την απόδοση των αλγορίθμων. Επίσης, παρουσιάστε διαγράμματα του μέσου τετραγωνικού σφάλματος της εξόδου του φίλτρου και του σήματος που ακολουθεί η έξοδος του φίλτρου, για τους αλγόριθμους που υλοποιείτε.

**Καταληκτική ημερομηνία:** Τέλος εξεταστικής.