



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΩΝ

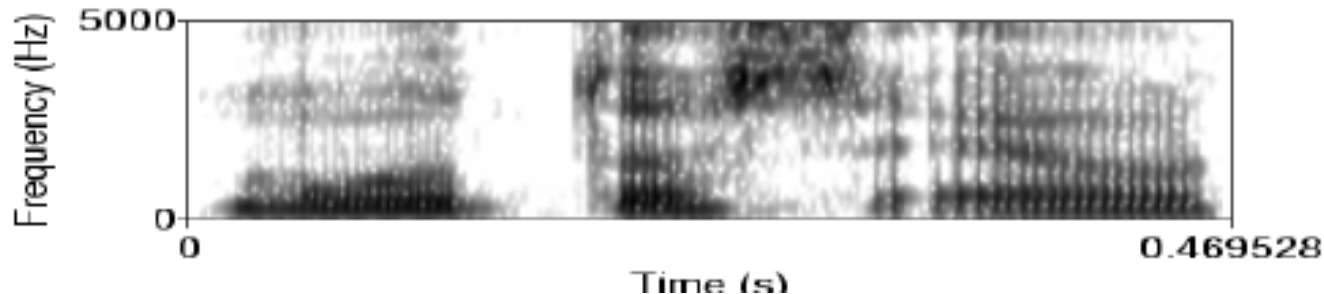
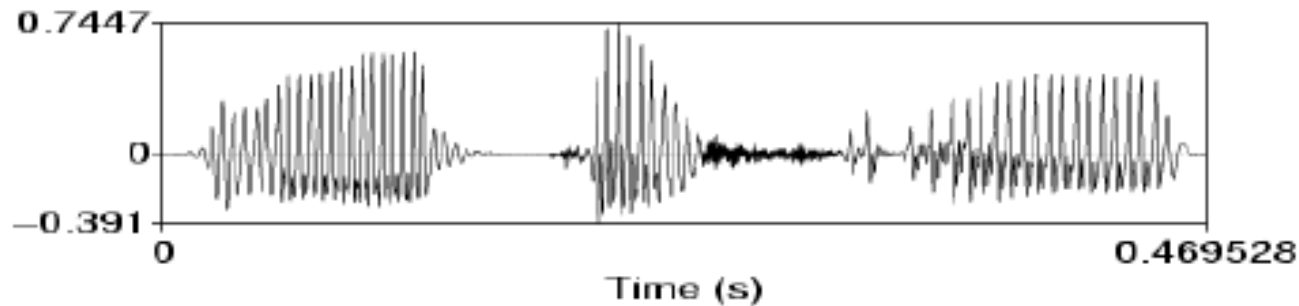
© Εισαγωγή

Εμμανουήλ Ζ. Ψαράκης
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

Εφαρμογές της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σημάτων

Ακουστικά Σήματα

- ✓ Αναγνώριση, Ανάλυση, Σύνθεση, Συμπίεση Σημάτων Ομιλίας και Μουσικής.



Εφαρμογές της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σημάτων

Αναγνώριση:

- ✓ ομιλίας - μετατροπή ομιλίας σε κείμενο
- ✓ Αναγνώριση ομιλητή
- ✓ Αναγνώριση γλώσσας
- ✓ Αναγνώριση κατάστασης ομιλητή

Σύνθεση- μετατροπή κειμένου σε ομιλία

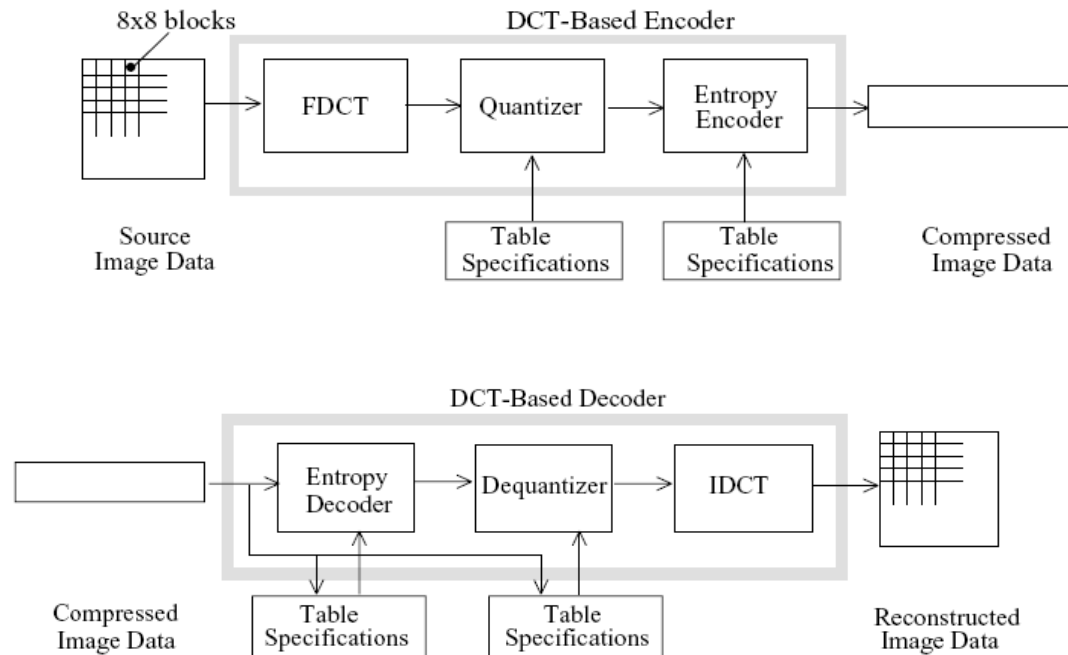
Κωδικοποίηση-Συμπίεση - Επεξεργασία για οικονομική μετάδοση ή αποθήκευση του σήματος



Εφαρμογές της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σημάτων

Εικόνα – Ακολουθία εικόνων (video)

✓ Ανάλυση, Κατάτμηση, Σύνθεση, Συμπίεση (JPEG, MPEG).



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Κλασσική Επεξεργασία Σημάτων: Απωλεστική Συμπίεση (Lossy Compression) με χρήση Μετασχηματισμών.

Αρχική Εικόνα



Συμπιεσμένη Εικόνα



Λόγος Συμπίεσης 1:6



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Κλασσική Επεξεργασία Σημάτων: Ξεθάμπωμα (Deblurring)

Blurred Image

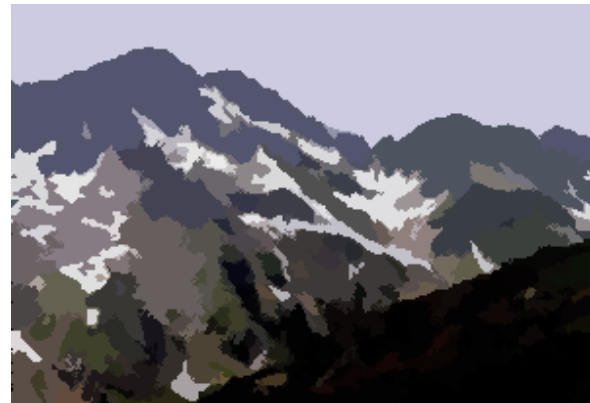


Restored Image



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Επεξεργασία Σημάτων: Κατάτμηση (Segmentation)



Εφαρμογές της Ψηφιακής Επεξεργασίας Σημάτων

Γεωλογικά Δεδομένα

- ✓ Σεισμική δραστηριότητα
- ✓ Μοντελοποίηση ρηγμάτων

Βιολογικά Σήματα (ECG, EEG, VEP, CT, MRI, ...)

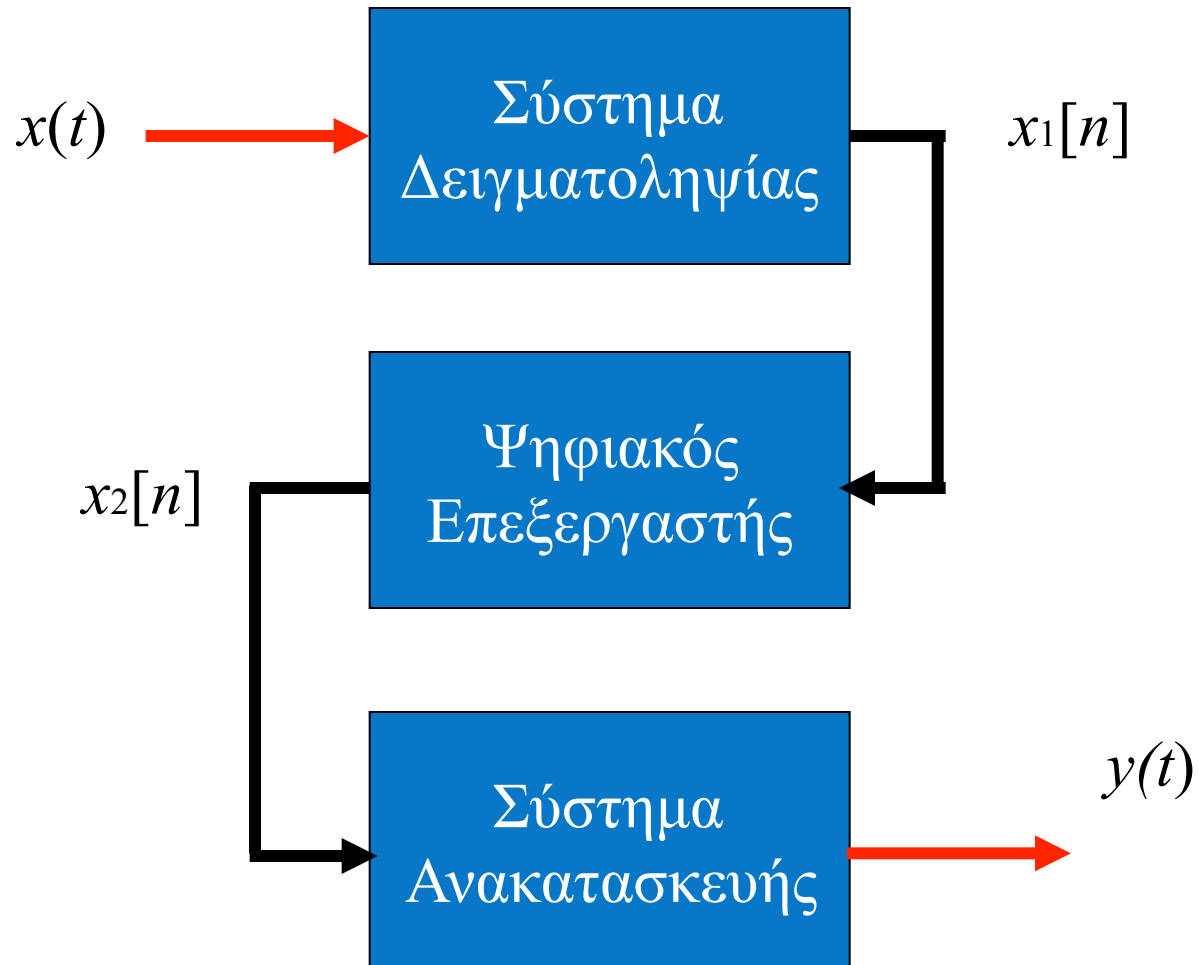
Οικονομικά Δεδομένα (προβλέψεις δεικτών)

Επικοινωνίες

- ✓ Τηλεπικοινωνίες
- ✓ Ασύρματες επικοινωνίες
- ✓ Ραντάρ



Σύστημα Επεξεργασίας Σημάτων



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Δειγματοληψία:

$x(t)$: Σήμα Συνεχούς Χρόνου

$x[n]$: Σήμα Διακριτού Χρόνου

T_s : Περίοδος Δειγματοληψίας

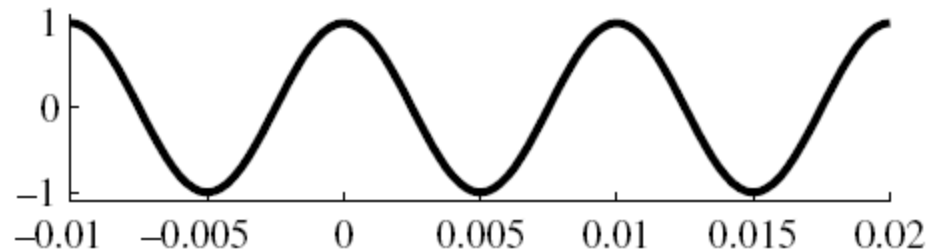
$f_s = \frac{1}{T_s}$: Συχνότητα Δειγματοληψίας

$$x[n] = x(t) \big|_{t=nT_s} = x(nT_s)$$



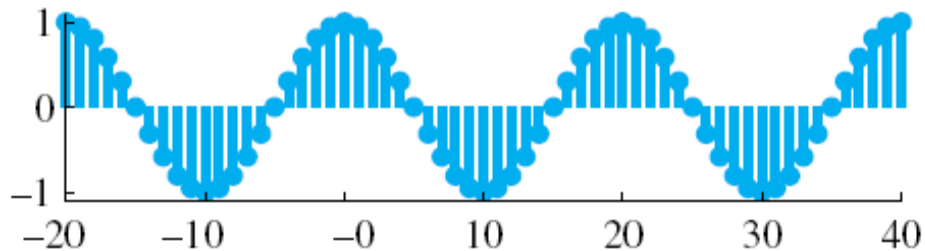
Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Σήμα Συνεχούς Χρόνου $x(t)=\cos(2\pi 100t)$



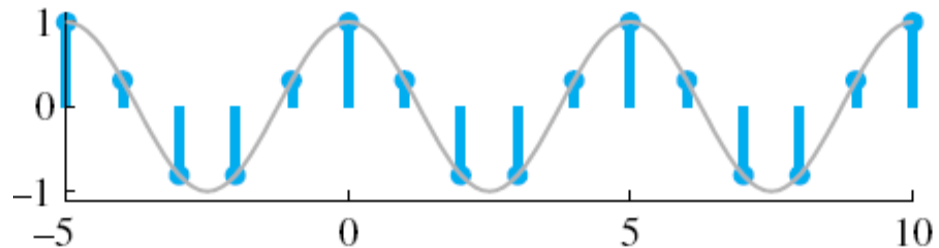
Σήμα Διακριτού Χρόνου: $x[n]=\cos(2\pi 100nT_s)$

$T_s=0.5 \text{ msec}$

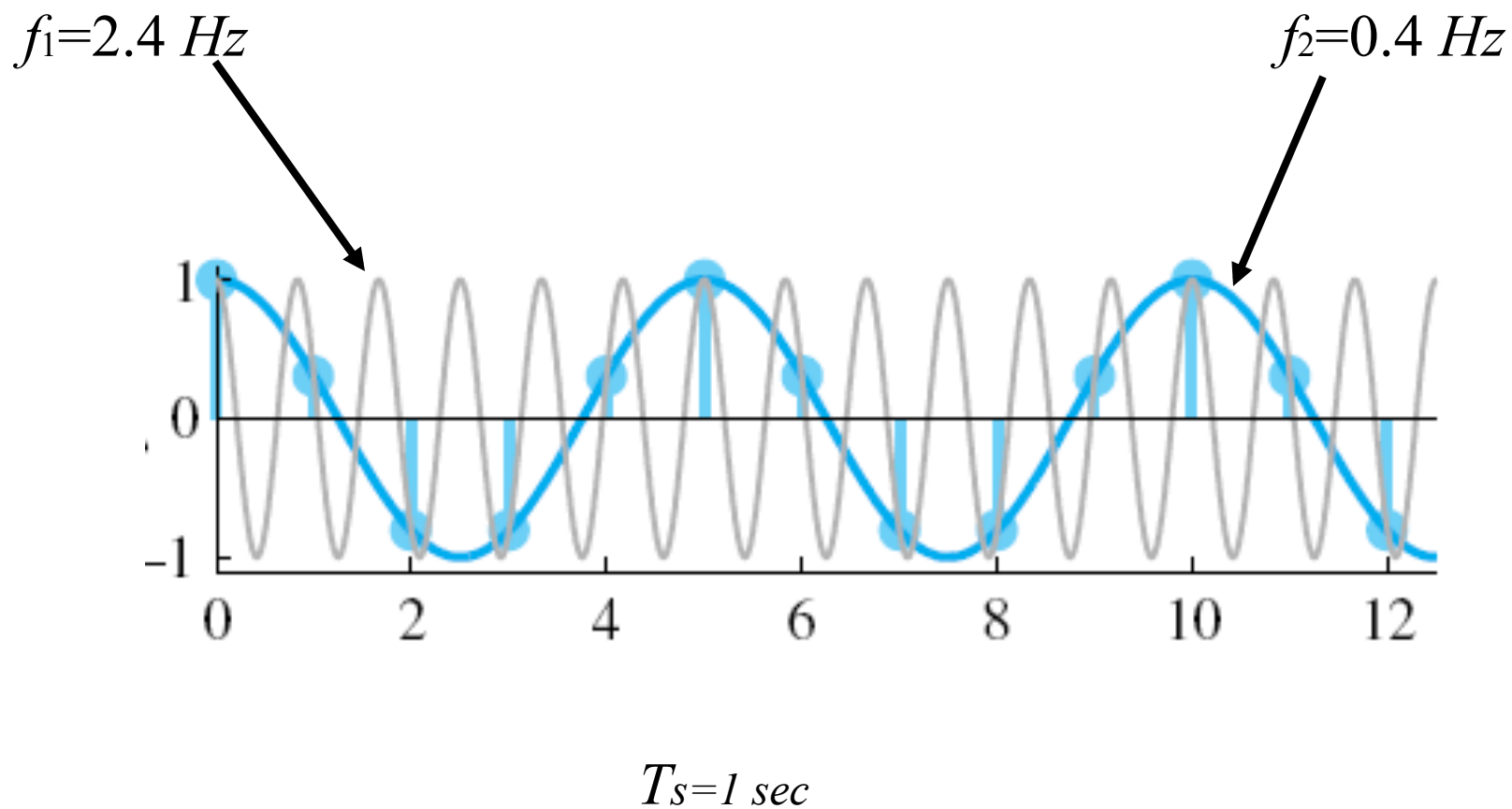


Σήμα Διακριτού Χρόνου: $x[n]=\cos(2\pi 100nT_s)$

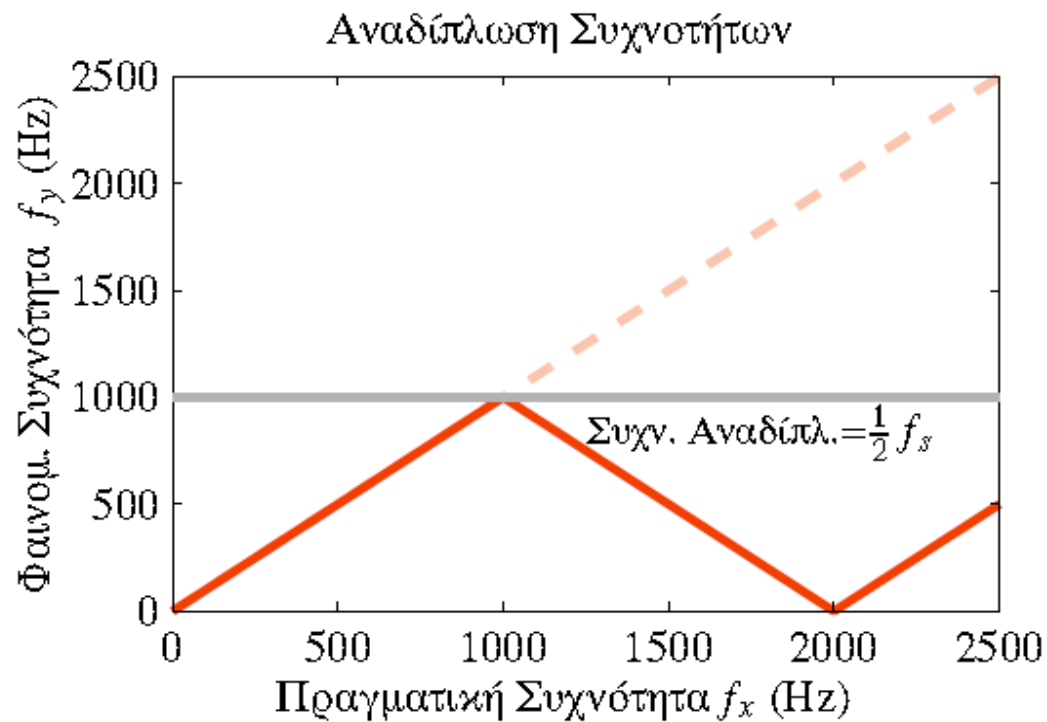
$T_s=2 \text{ msec}$



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

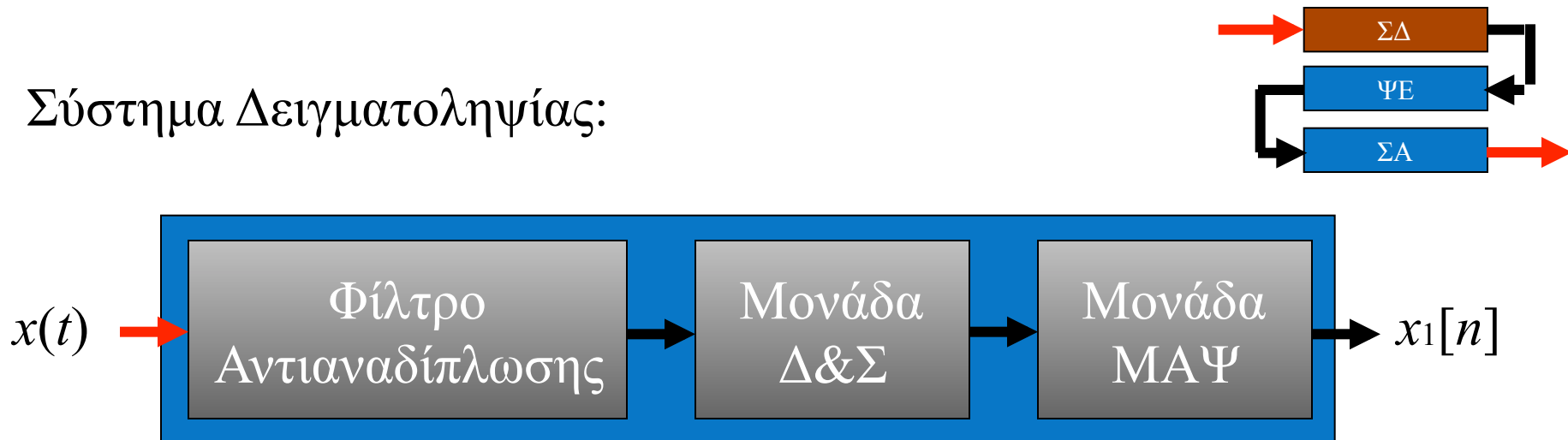


Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων-Δειγματοληψία



Σύστημα Επεξεργασίας Σημάτων

Σύστημα Δειγματοληψίας:



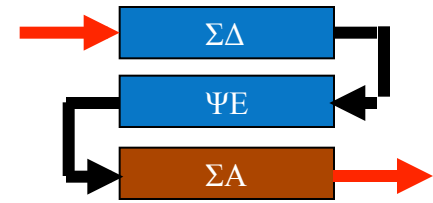
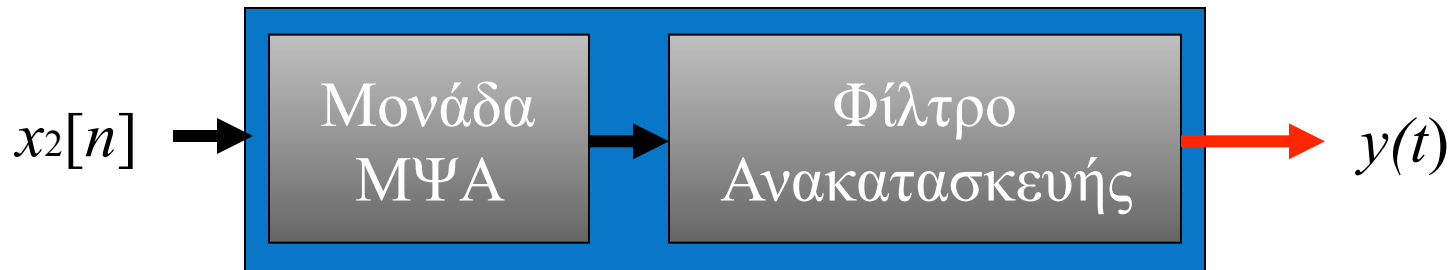
Δειγματοληψία: **Ερωτήματα που θα πρέπει να απαντηθούν:**

- Πως συνδέονται ο CTFT με τον DTFT;
- Κάτω από ποιες προϋποθέσεις ένα σήμα συνεχούς χρόνου μπορεί να ανακατασκευασθεί από τα δείγματά του (Θεώρημα Δειγματοληψίας);
- Τι τρόπο ανακατασκευής προτείνει το Θεώρημα Δειγματοληψίας;



Σύστημα Επεξεργασίας Σημάτων

Σύστημα Ανακατασκευής:



Ανακατασκευή: Ερωτήματα που θα πρέπει να απαντηθούν:

- Μπορεί να γίνει τέλεια ανακατασκευή του σήματος από τα δείγματα του; Αν ναι ποιο είναι αυτό το σύστημα;
- Ο τρόπος ανακατασκευής που προτείνει το Θεώρημα δειγματοληψίας είναι κατάλληλος για τις εφαρμογές πραγματικού χρόνου για τις οποίες ενδιαφερόμαστε;
- Όχι, τι εναλλακτικές λύσεις υπάρχουν και εφαρμόζονται στην πρά-



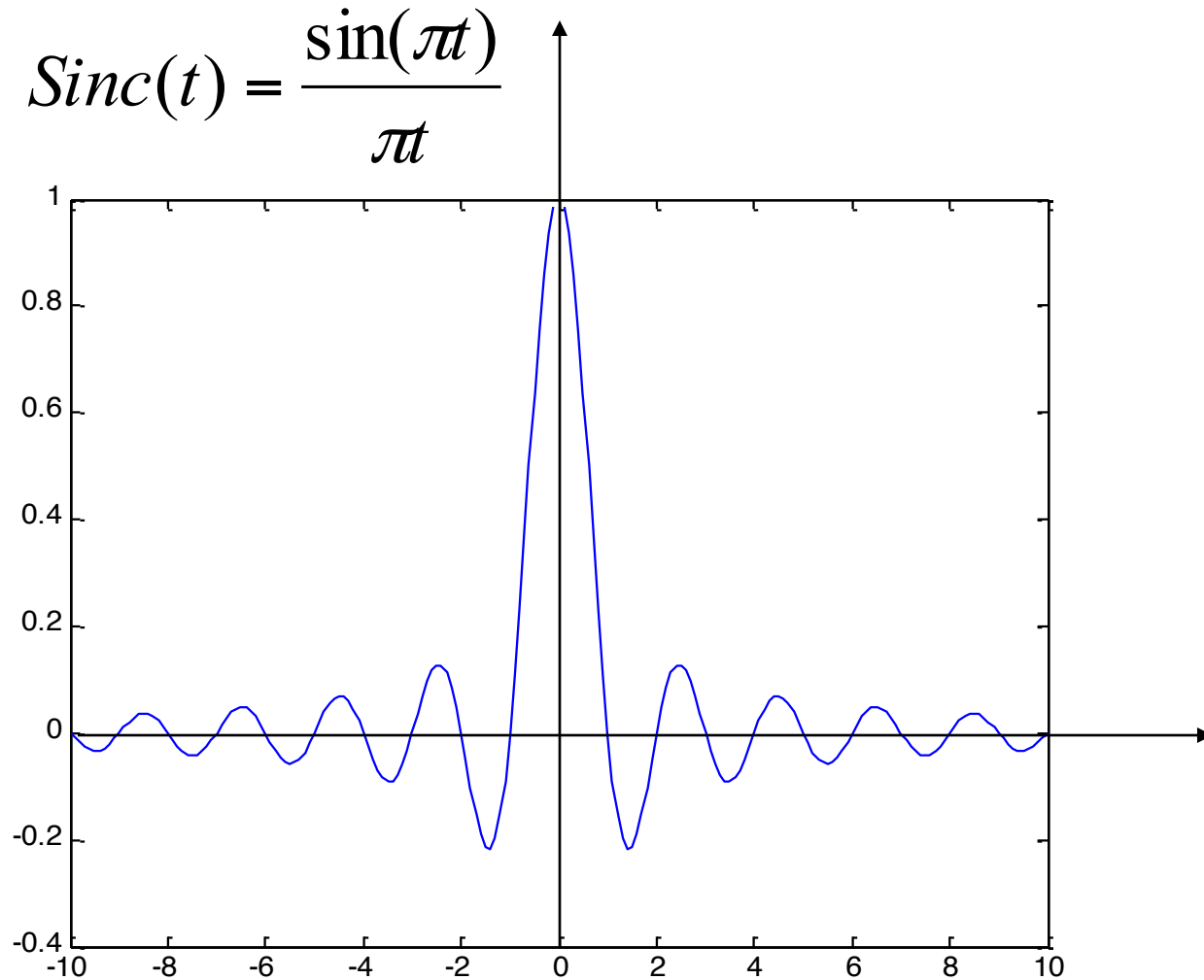
Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων-Ανακατασκευή

Σχέση Ανακατασκευής Σήματος Συνεχούς Χρόνου

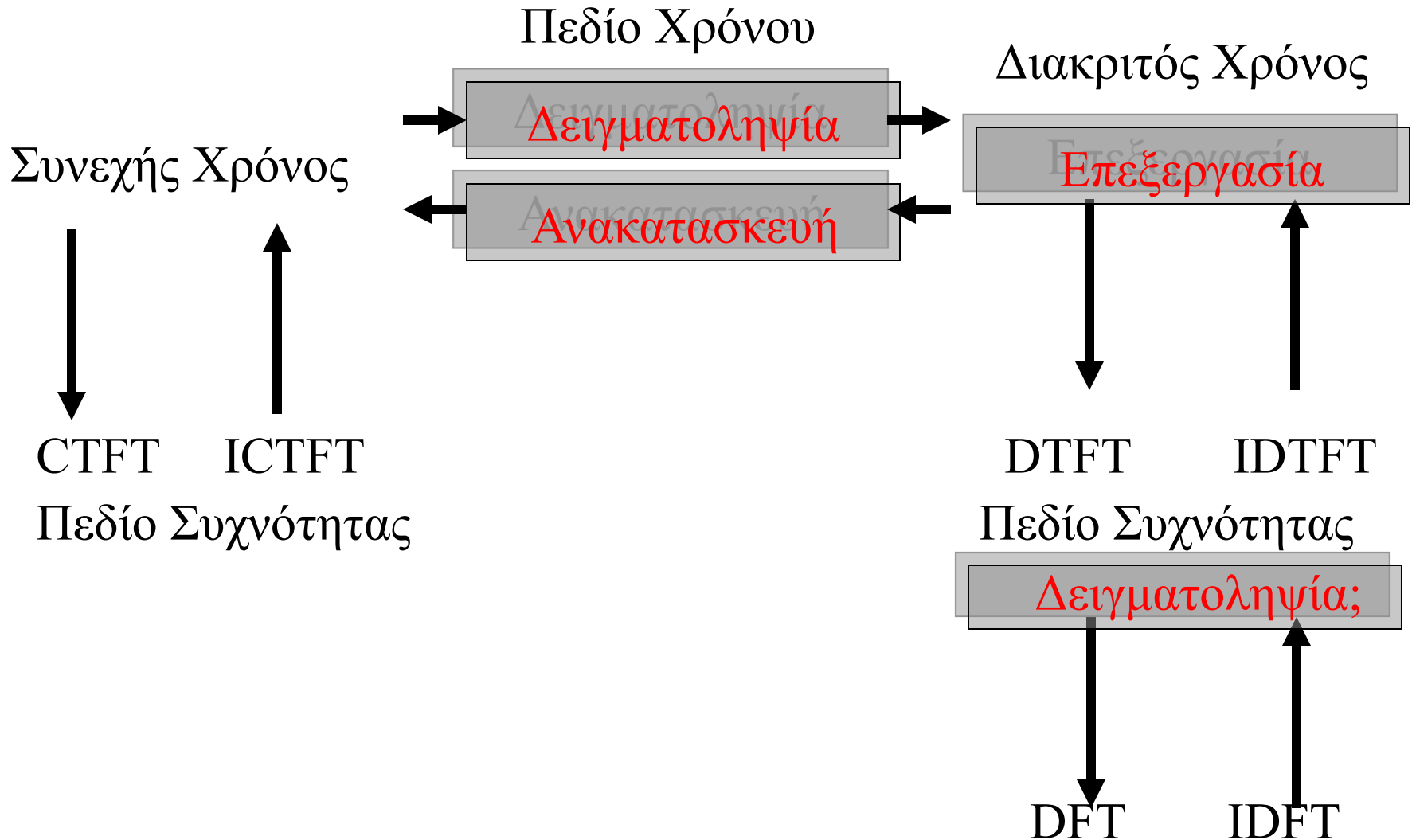
$$x_a(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \frac{\sin((\frac{t}{T_s} - n)\pi)}{(\frac{t}{T_s} - n)\pi} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n] \text{Sinc}((\frac{t}{T_s} - n))$$



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων-Ανακατασκευή



Επεξεργασία Σημάτων σε Πραγματικό Χρόνο



Αλγόριθμοι Γρήγορου υπολογισμού: FFT

IFFT₁₈

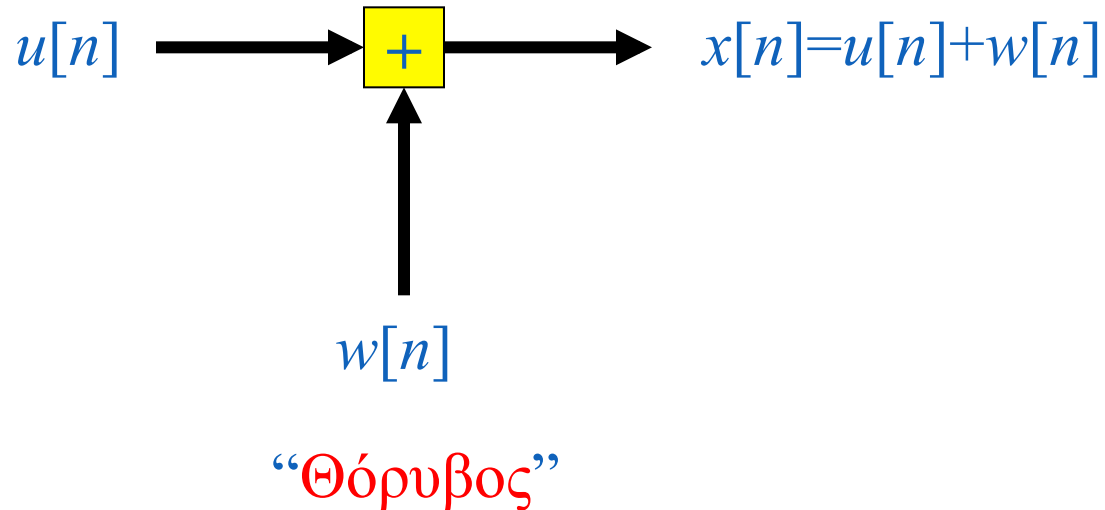


Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Βασικό Μοντέλο

Σήμα Πληροφορίας

Διαθέσιμο Σήμα

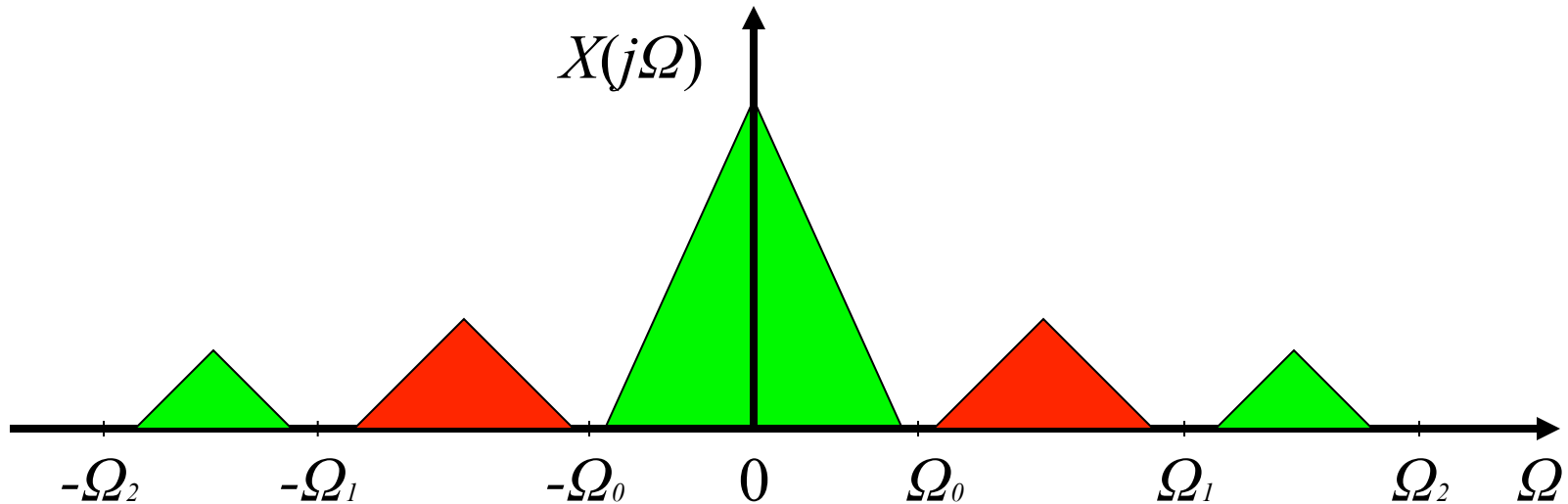


Σκοπός της Επεξεργασίας: **Η ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΤΟΥ “ΘΟΡΥΒΟΥ”**



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Κλασσική Επεξεργασία Σημάτων:



Βασική Υπόθεση: Το Σήμα Πληροφορίας και ο Θόρυβος δεν περιέχουν κοινές συχνότητες.

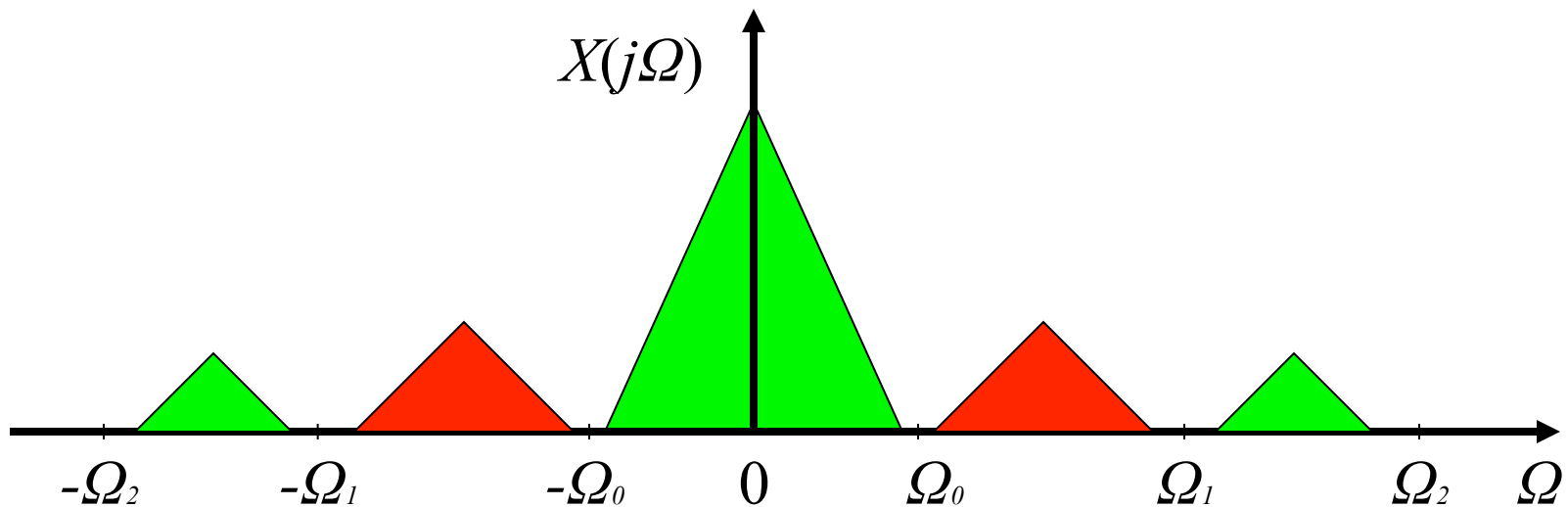
Με άλλα λόγια πληροφορία και θόρυβος είναι διαχωρίσιμα στο πεδίο συχνότητας



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Κλασική Επεξεργασία Σημάτων:

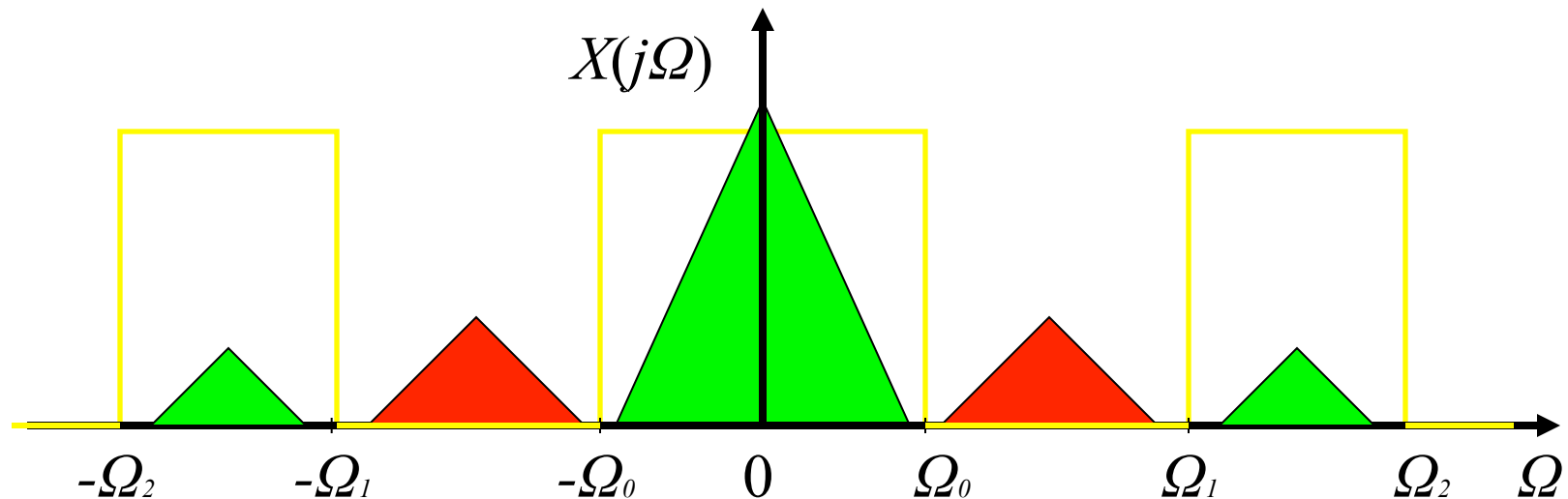
- Περιγραφή στο Πεδίο της Συχνότητας
- Ανάλυση Διαθέσιμου Σήματος σε Μη Επικαλυπτόμενες Συχνοτικές Ζώνες.



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

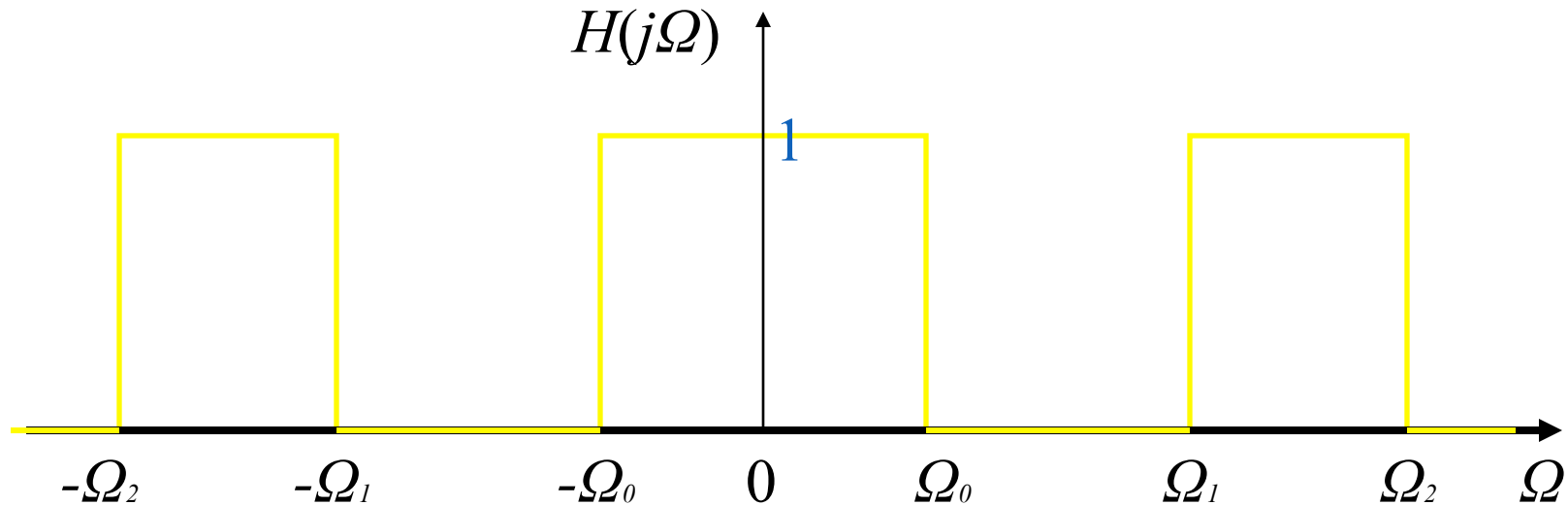
Κλασική Επεξεργασία Σημάτων:

- Η Βασική Υπόθεση επιτρέπει την Απομάκρυνση του «Θορύβου» με τη χρήση «απλών» συστημάτων.



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Κλασική Επεξεργασία Σημάτων: Φίλτρα



Γραμμικά Φίλτρα: Ερωτήματα που θα πρέπει να απαντηθούν:

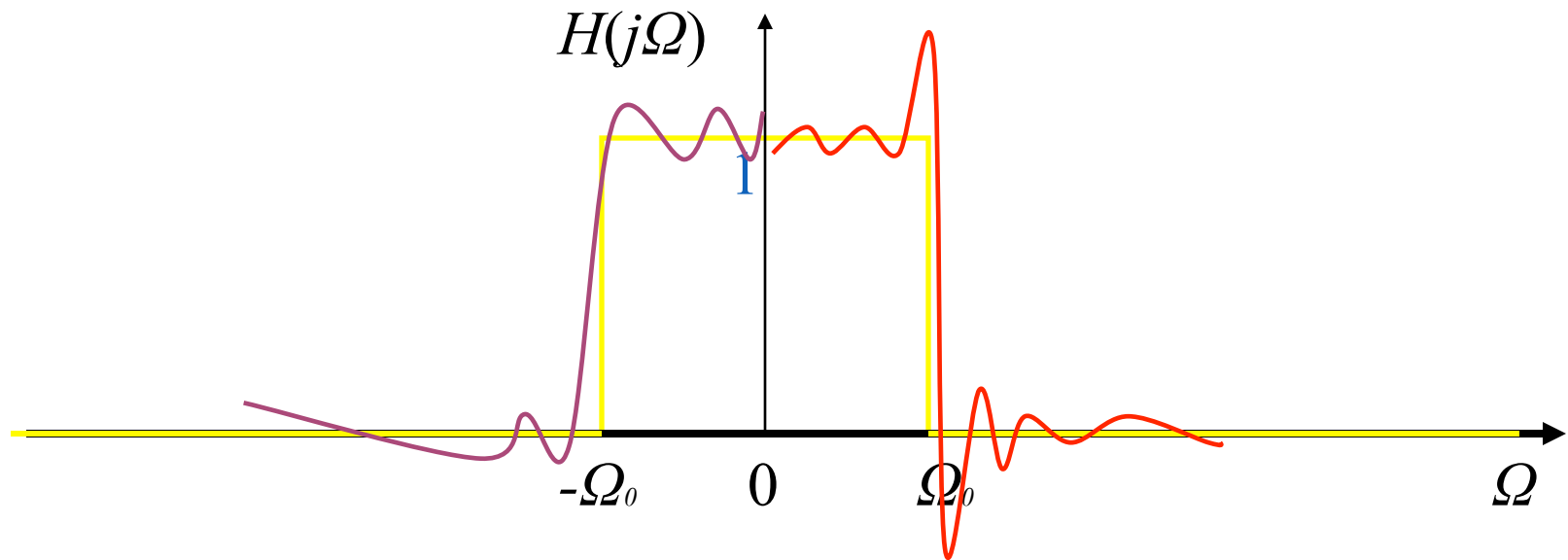
- Τι φίλτρο θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε IIR ή FIR;
- Μπορούμε να βρούμε ένα γραμμικό σύστημα υλοποιήσιμο του οποίου η απόκριση συχνότητας θα έχει την επιθυμητή ιδανική μορφή;



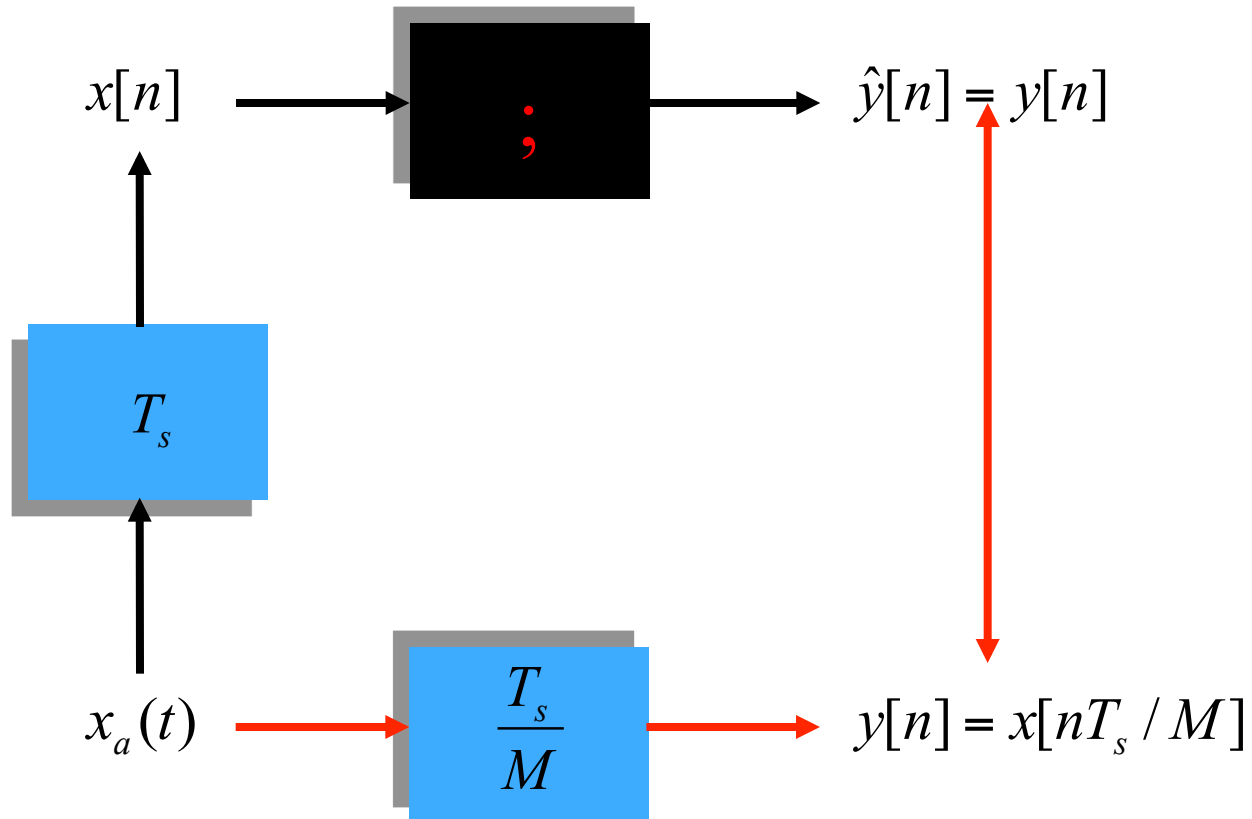
χι, τι μπορούμε να κάνουμε;

Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

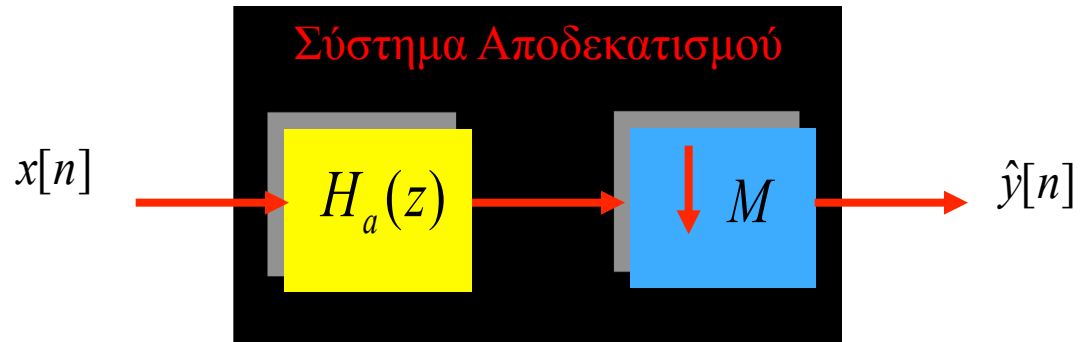
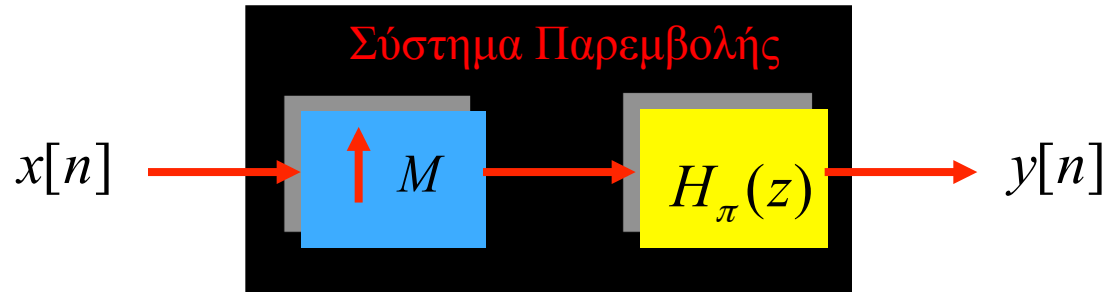
Κλασική Επεξεργασία Σημάτων: *Το Πρόβλημα της Σχεδίασης Φίλτρων σαν ένα Πρόβλημα Προσέγγισης Συναρτήσεων*



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων



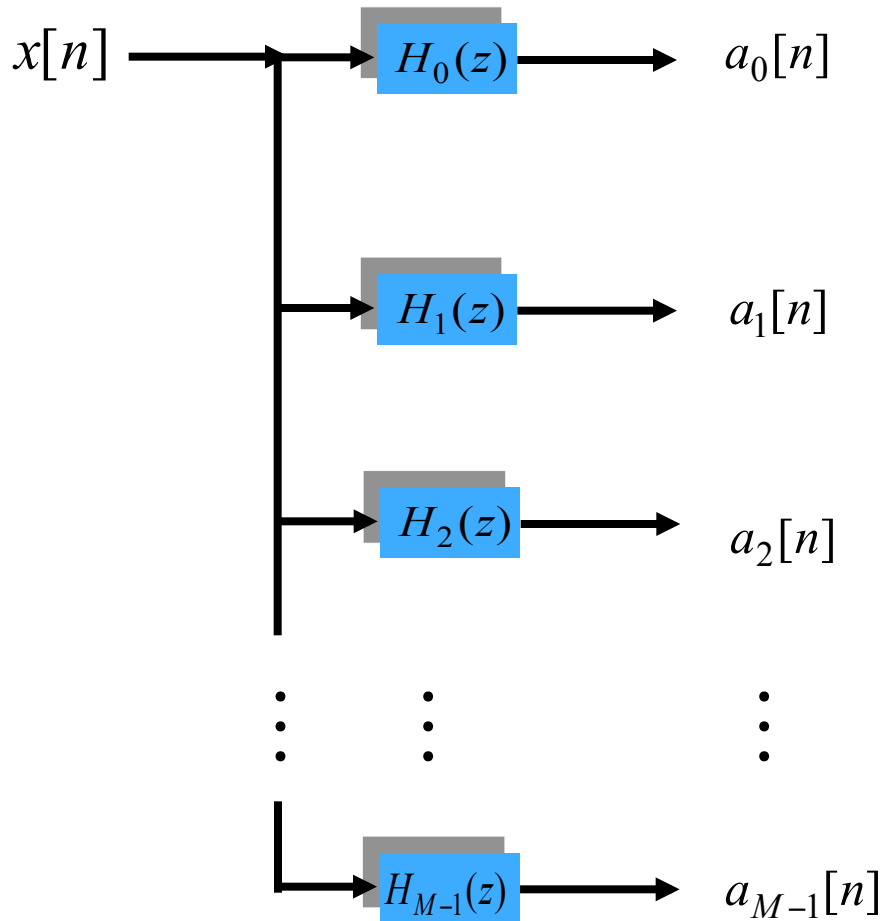
Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων



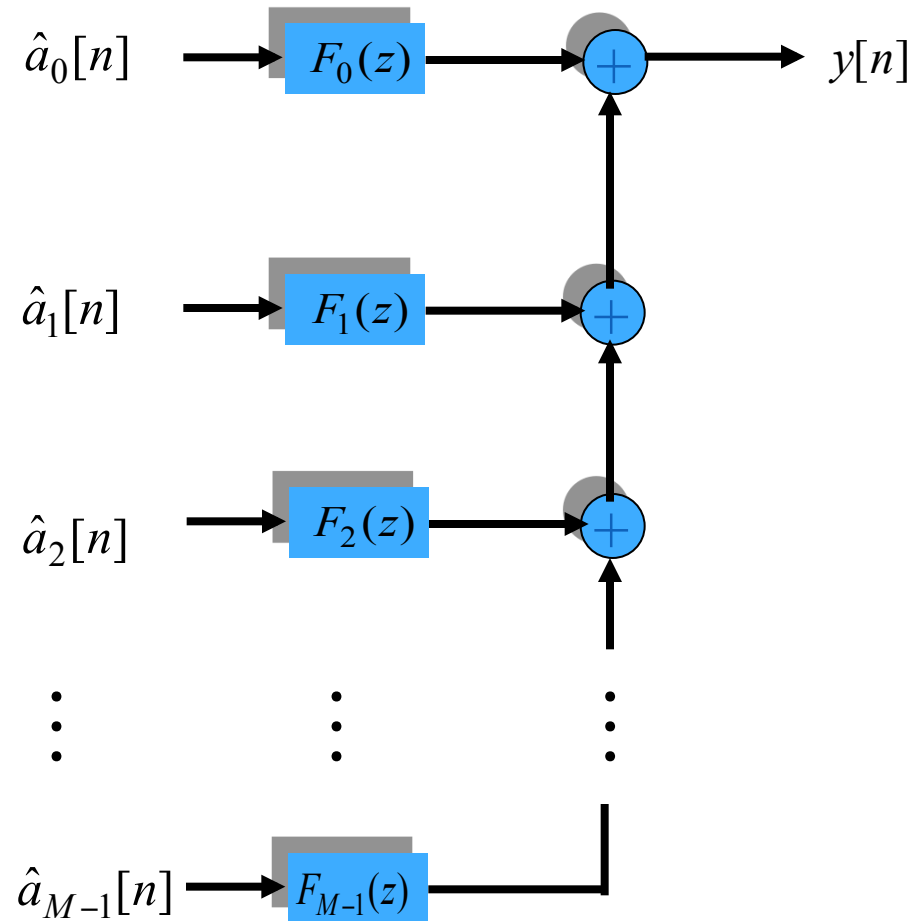
Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Τράπεζες Φίλτρων

Τράπεζα Φίλτρων Ανάλυσης



Τράπεζα Φίλτρων Σύνθεσης



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Τι συμβαίνει αν η Βασική Υπόθεση της Κλασικής Επεξεργασίας Σημάτων δεν ισχύει;

Αν δηλαδή, το Σήμα Πληροφορίας και ο Θόρυβος περιέχουν κοινές συχνότητες και επομένως δεν είναι διαχωρίσιμα στο πεδίο της συχνότητας, τι μπορούμε να κάνουμε;

Σ' αυτή την περίπτωση η περιγραφή του διαθέσιμου σήματος με την βοήθεια των συχνοτικών ζωνών είναι ανεπαρκής.

Χρειαζόμαστε μια διαφορετική περιγραφή των σημάτων και μια διαφορετικού είδους επεξεργασία.....



Ψηφιακή Επεξεργασία Σημάτων

Στατιστική Επεξεργασία Στοχαστικών Σημάτων:

- Χώρος Πιθανότητας
- Τυχαίες Μεταβλητές
- Πείραμα
- Στοχαστικά ή Τυχαία Σήματα
- Στατιστικές Πρώτης και Δεύτερης Τάξης
- Στασιμότητα και Εργοδικότητα
- Γενίκευση του συχνοτικού περιεχομένου ενός σήματος και ορισμός της πυκνότητας φάσματος.
- Επίδραση Γραμμικού Συστήματος σε Στατιστικές Στοχαστικού Σήματος Βέλτιστο Γραμμικό Φιλτράρισμα.

