



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ


ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΗΜΑΤΩΝ


© Πολυρυθμική Επεξεργασία

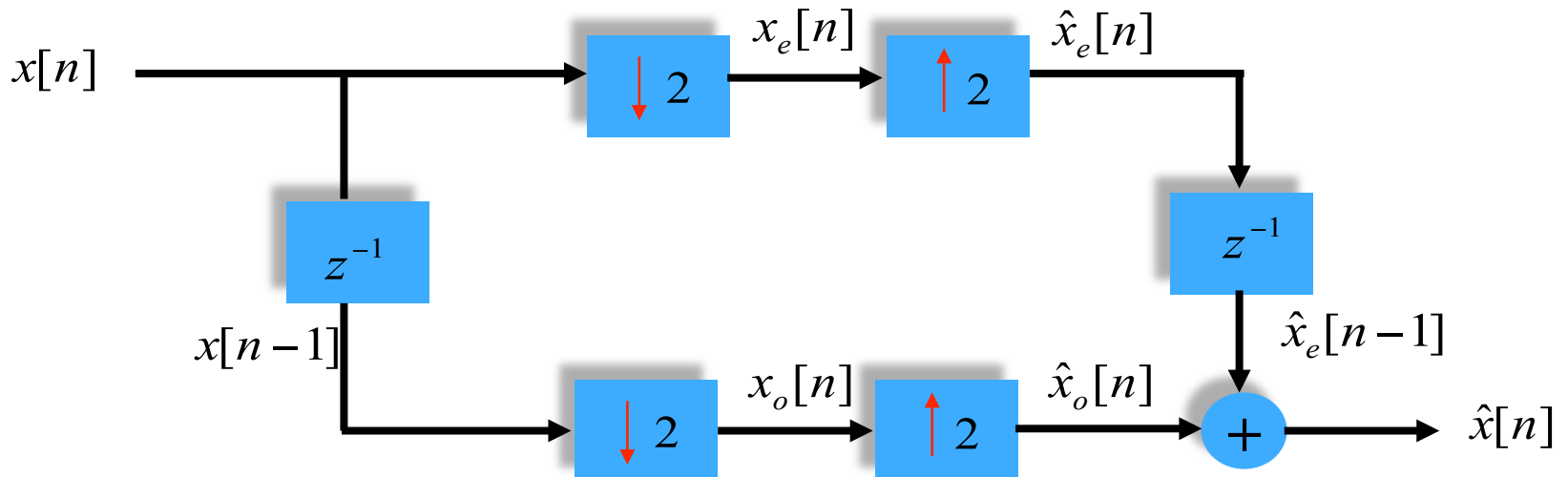
Εμμανουήλ Ζ. Ψαράκης
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής

Πολυρυθμική Επεξεργασία

Συστήματα Αλλαγής Ρυθμού Δειγματοληψίας

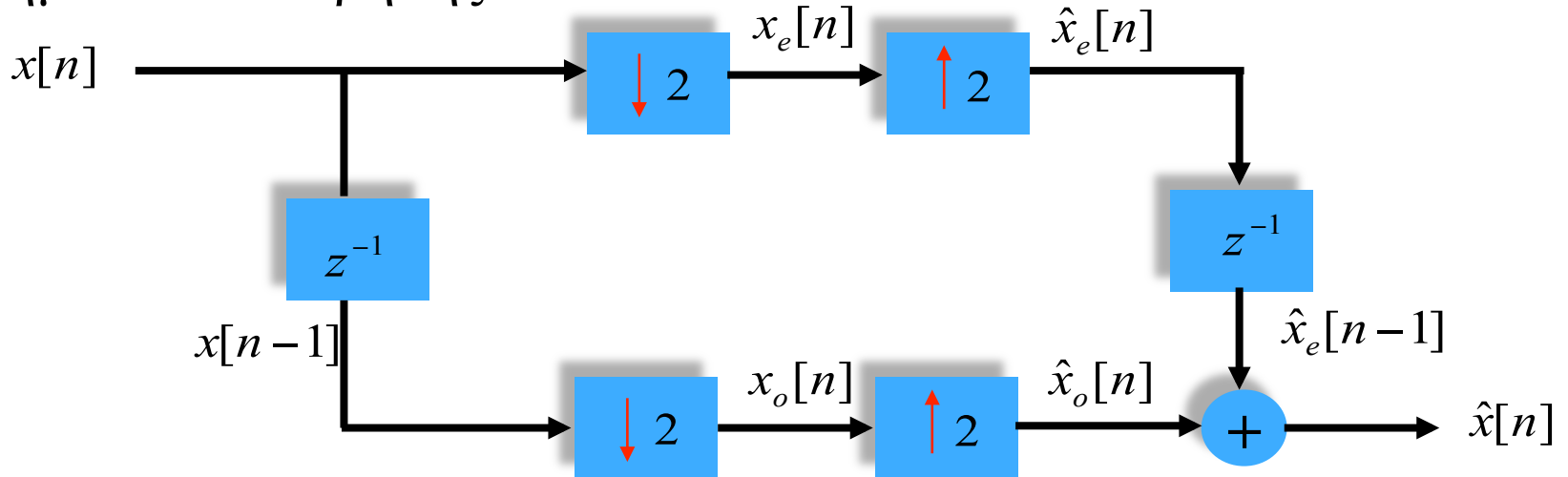
• Αύξηση Ρυθμού Δειγματοληψίας 

• Μείωση Ρυθμού Δειγματοληψίας 



Πολυρυθμική Επεξεργασία

Σύστημα Καθυστέρησης

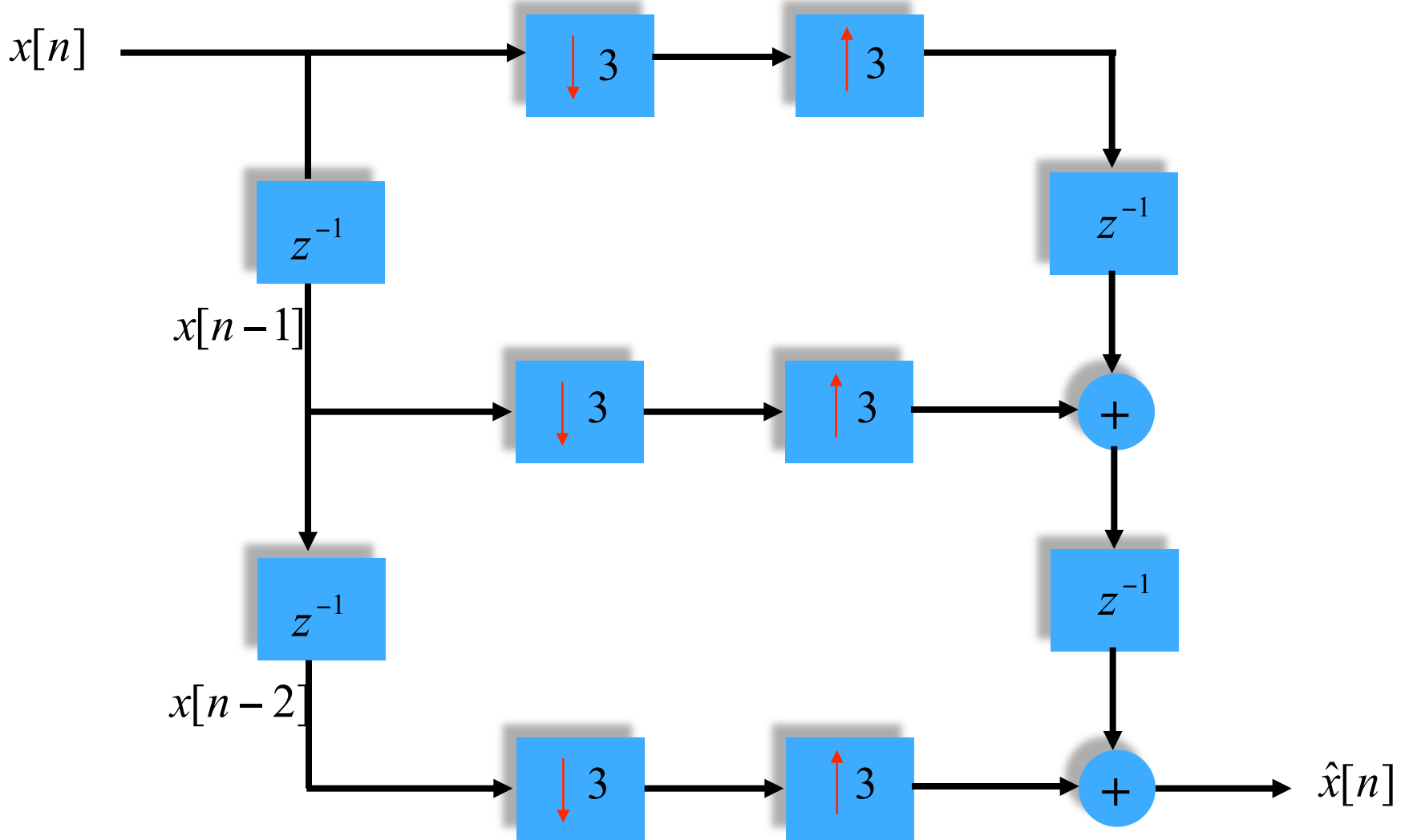


$x[n]$ $x[0]$ $x[1]$ $x[2]$ $x[3]$ $x[4]$ $x[5]$ $x[6]$ $x[7]$ $x[8]$

$x[n-1]$	$x[-1]$	$x[0]$	$x[1]$	$x[2]$	$x[3]$	$x[4]$	$x[5]$	$x[6]$	$x[7]$	
$x_o[n]$	$x[-1]$	$x[1]$	$x[3]$	$x[5]$	$x[7]$	$x[9]$	$x[11]$	$x[13]$	$x[15]$	
$\hat{x}_o[n]$	$x[-1]$	0	$x[1]$	0	$x[3]$	0	$x[5]$	0	$x[7]$	
$x_e[n]$	$x[0]$	$x[2]$	$x[4]$	$x[6]$	$x[8]$	$x[10]$	$x[12]$	$x[14]$	$x[16]$	
$\hat{x}_e[n]$	$x[0]$	0	$x[2]$	0	$x[4]$	0	$x[6]$	0	$x[8]$	
$\hat{x}_e[n-1]$	0	$x[0]$	0	$x[2]$	0	$x[4]$	0	$x[6]$	0	
$\hat{x}[n]$	$x[-1]$	$x[0]$	$x[1]$	$x[2]$	$x[3]$	$x[4]$	$x[5]$	$x[6]$	$x[7]$	$= x[n\pm 1]$



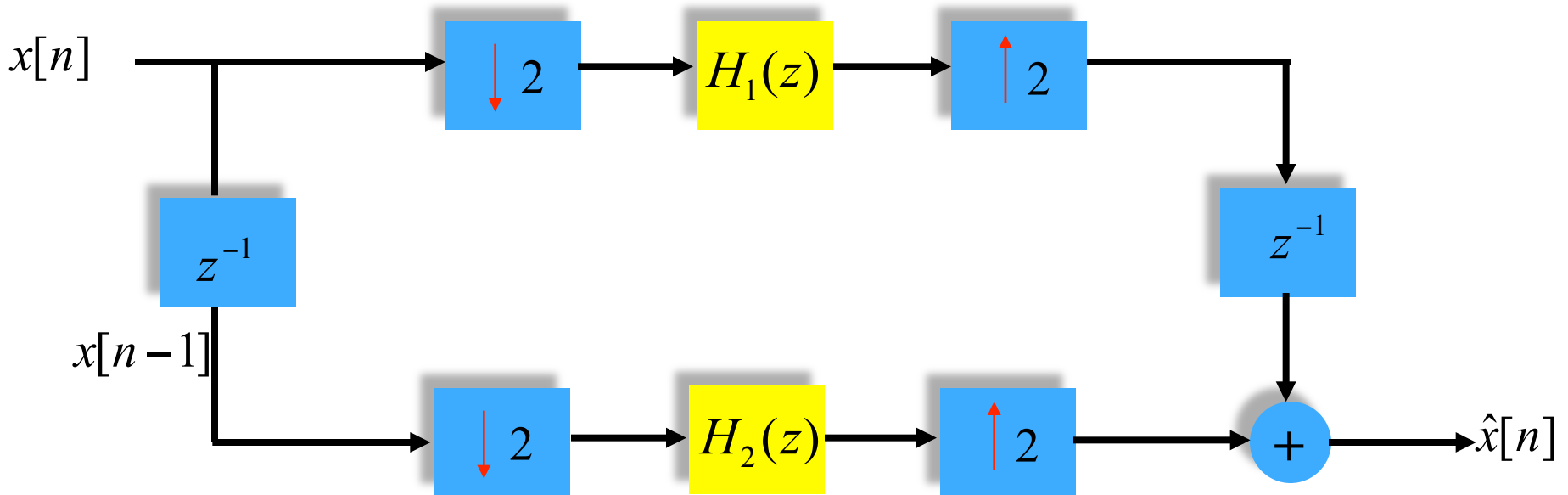
Πολυρυθμική Επεξεργασία



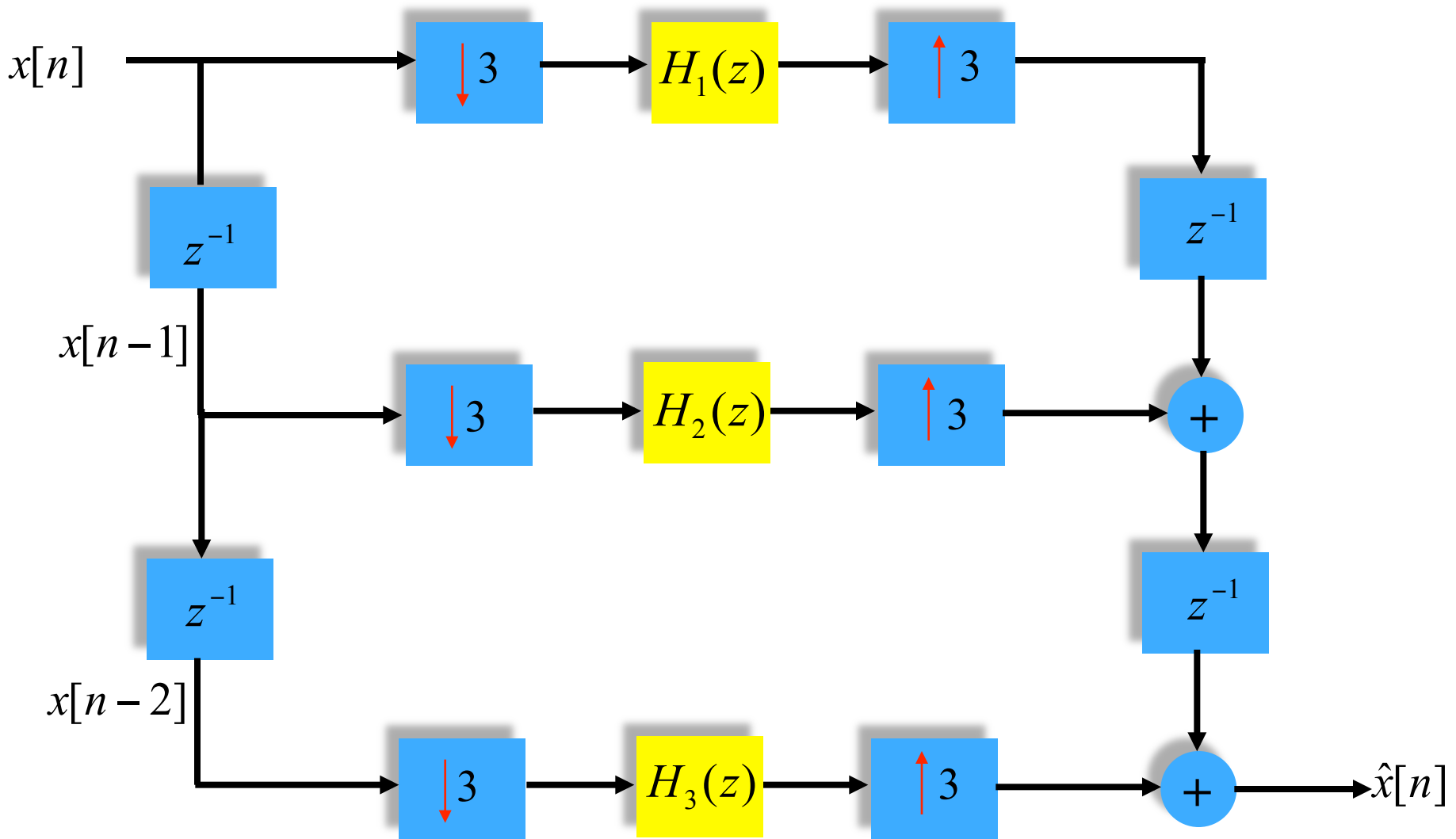
Ποια είναι η σχέση μεταξύ των $\hat{x}[n]$ και $x[n]$ και πώς γενικεύεται;



Πολυρυθμική Επεξεργασία

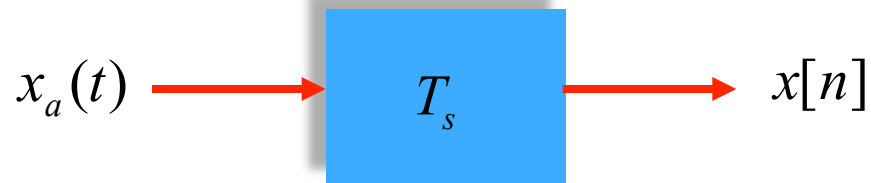


Πολυρυθμική Επεξεργασία

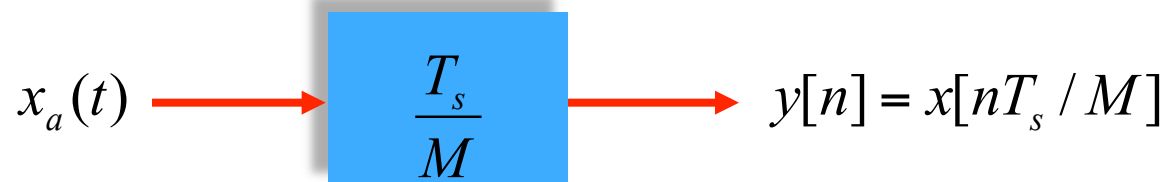


Πολυρυθμική Επεξεργασία

Κρίσιμη Δειγματοληψία: $T_s : f_s = 2f_{\max}$



Υπερδειγματοληψία: $T'_s = \frac{T_s}{M}, M > 1$

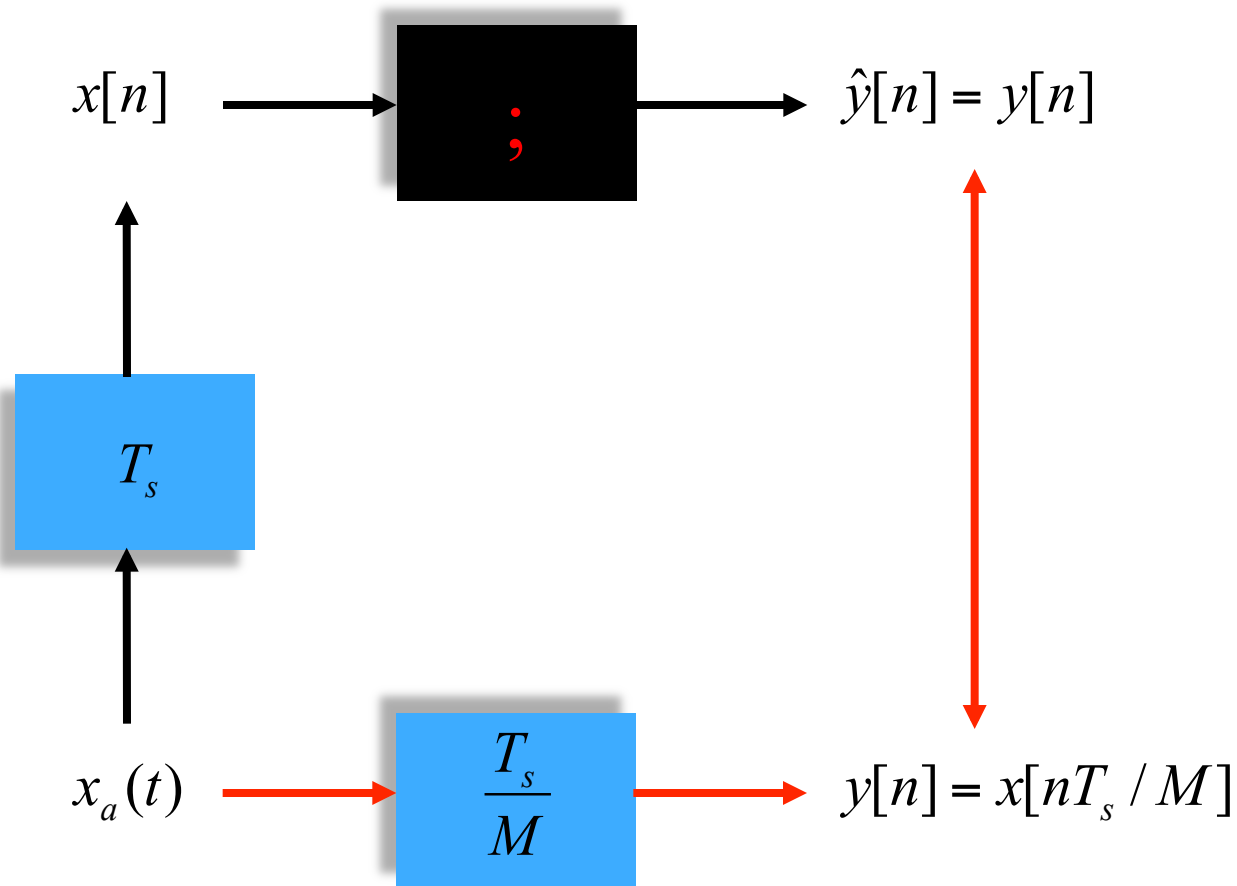


Μπορούμε από την $x[n]$ να υπολογίσουμε την $y[n] = x[nT_s / M]$;



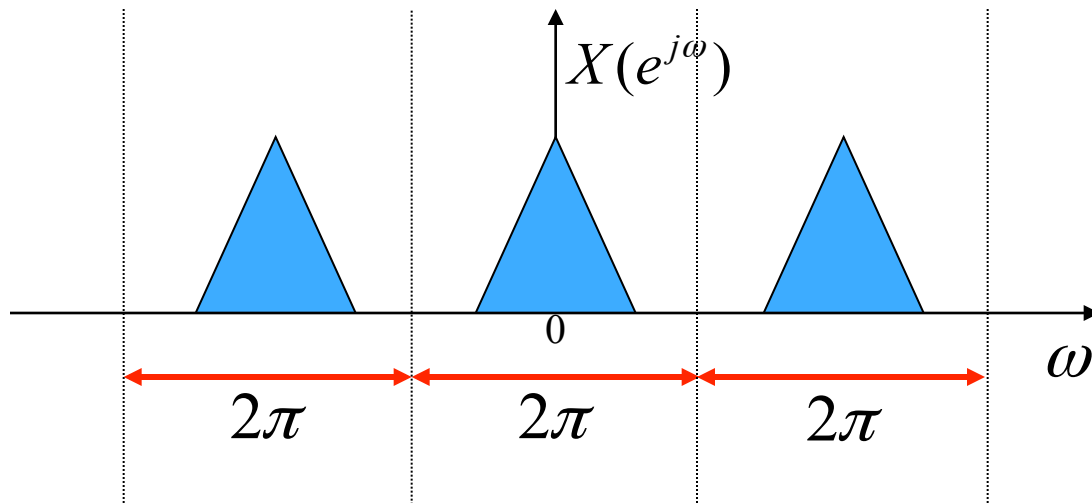
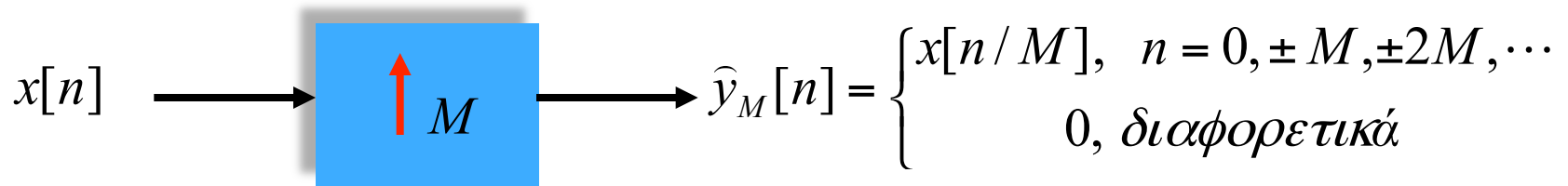
Πολυρυθμική Επεξεργασία

Υπερδειγματοληψία



Πολυρυθμική Επεξεργασία

Παρεμβολέας ή Υπερδειγματολήπτης κατά παράγοντα M



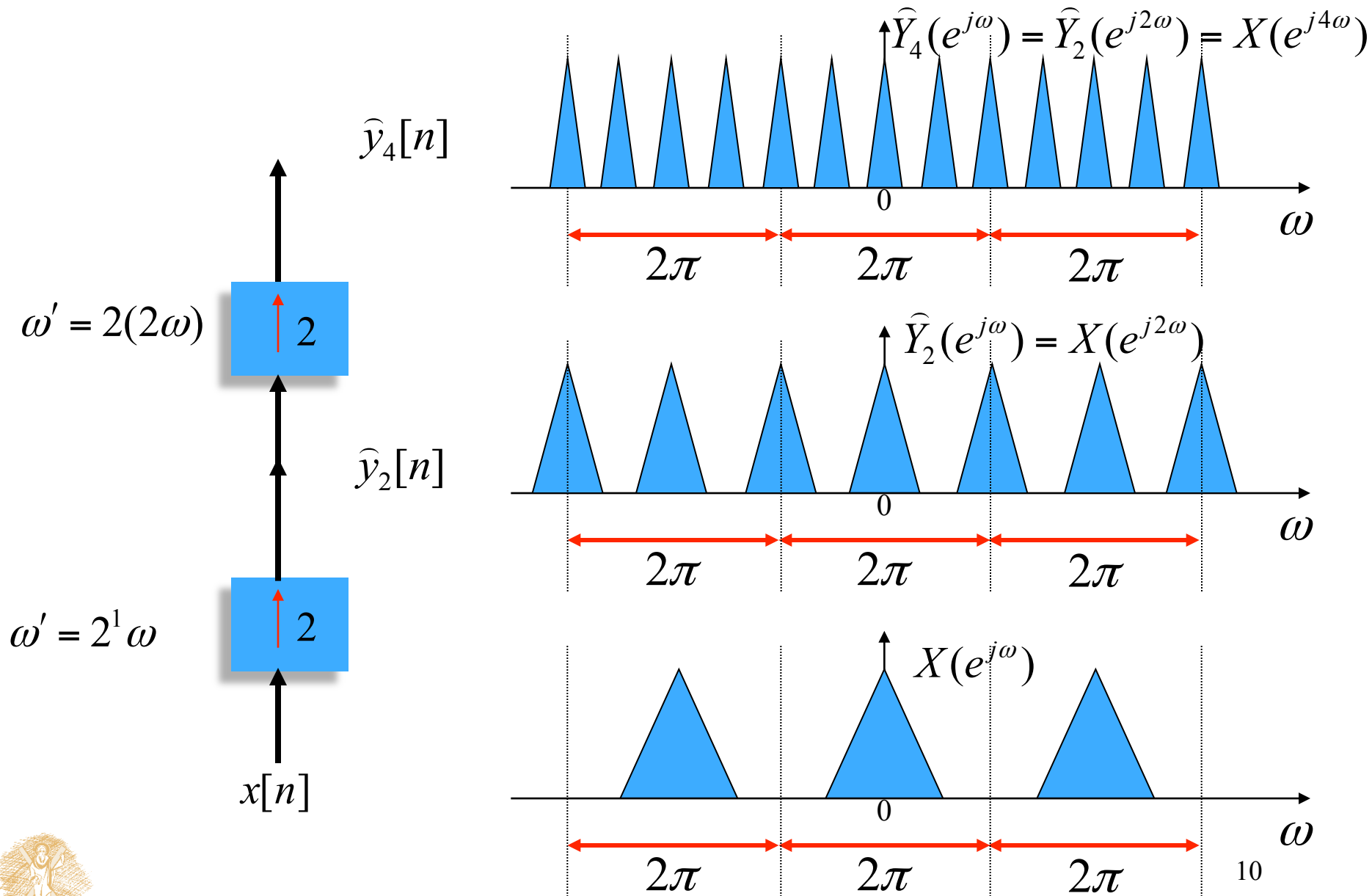
Υπάρχει Σχέση

$$X(e^{j\omega}) \overset{\cdot}{\leftrightarrow} \hat{Y}_M(e^{j\omega})$$

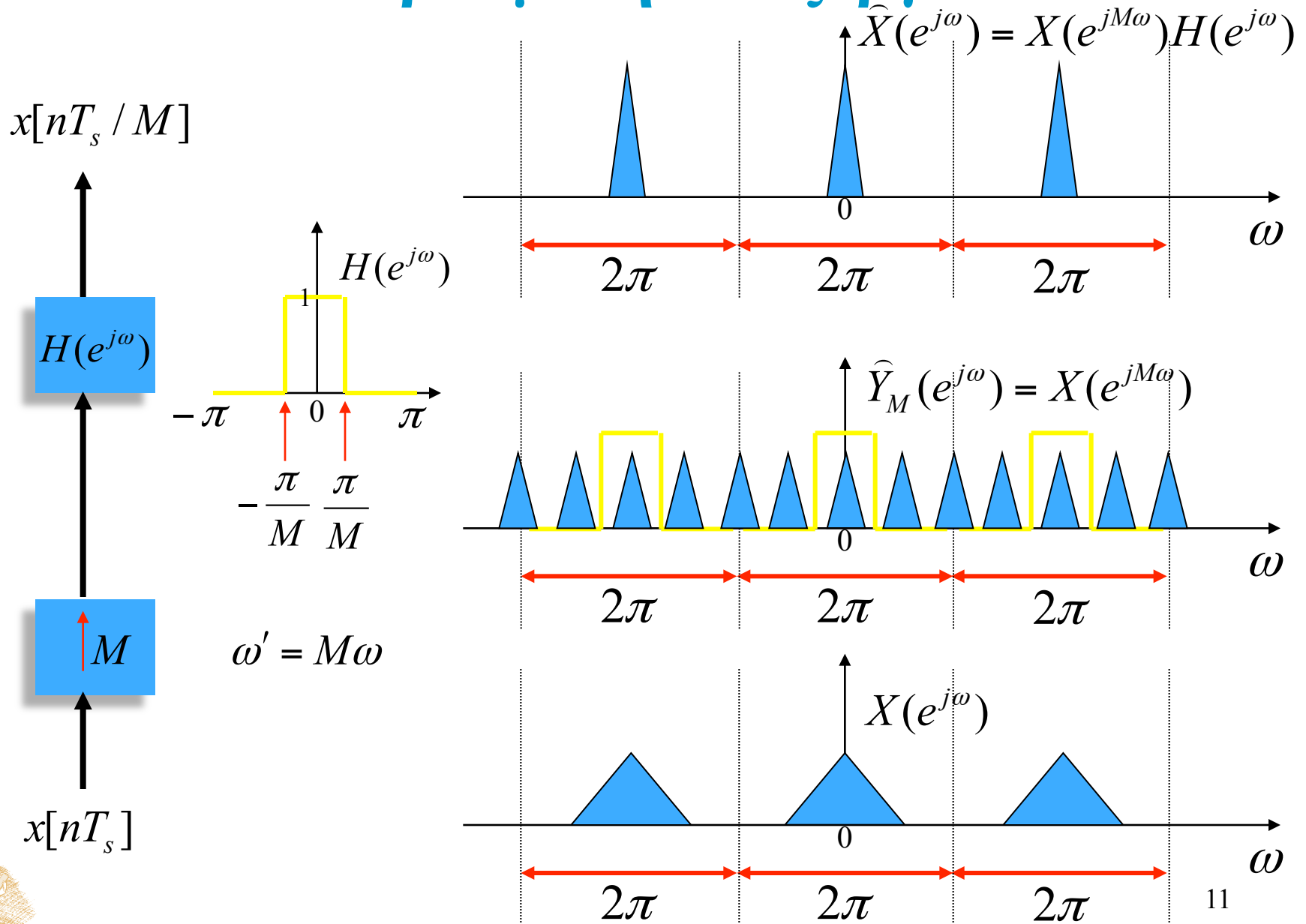
και ποια;



Πολυρυθμική Επεξεργασία

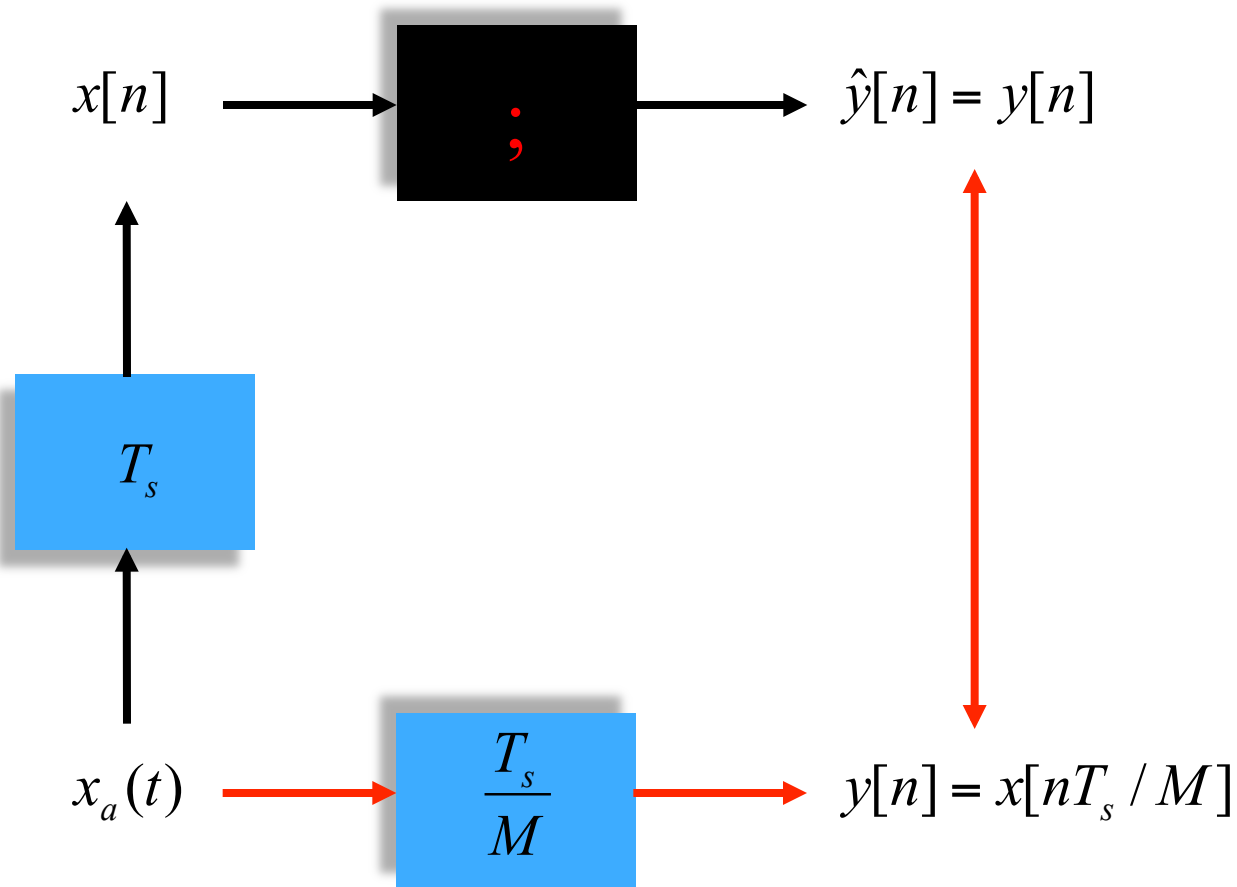


Πολυρυθμική Επεξεργασία

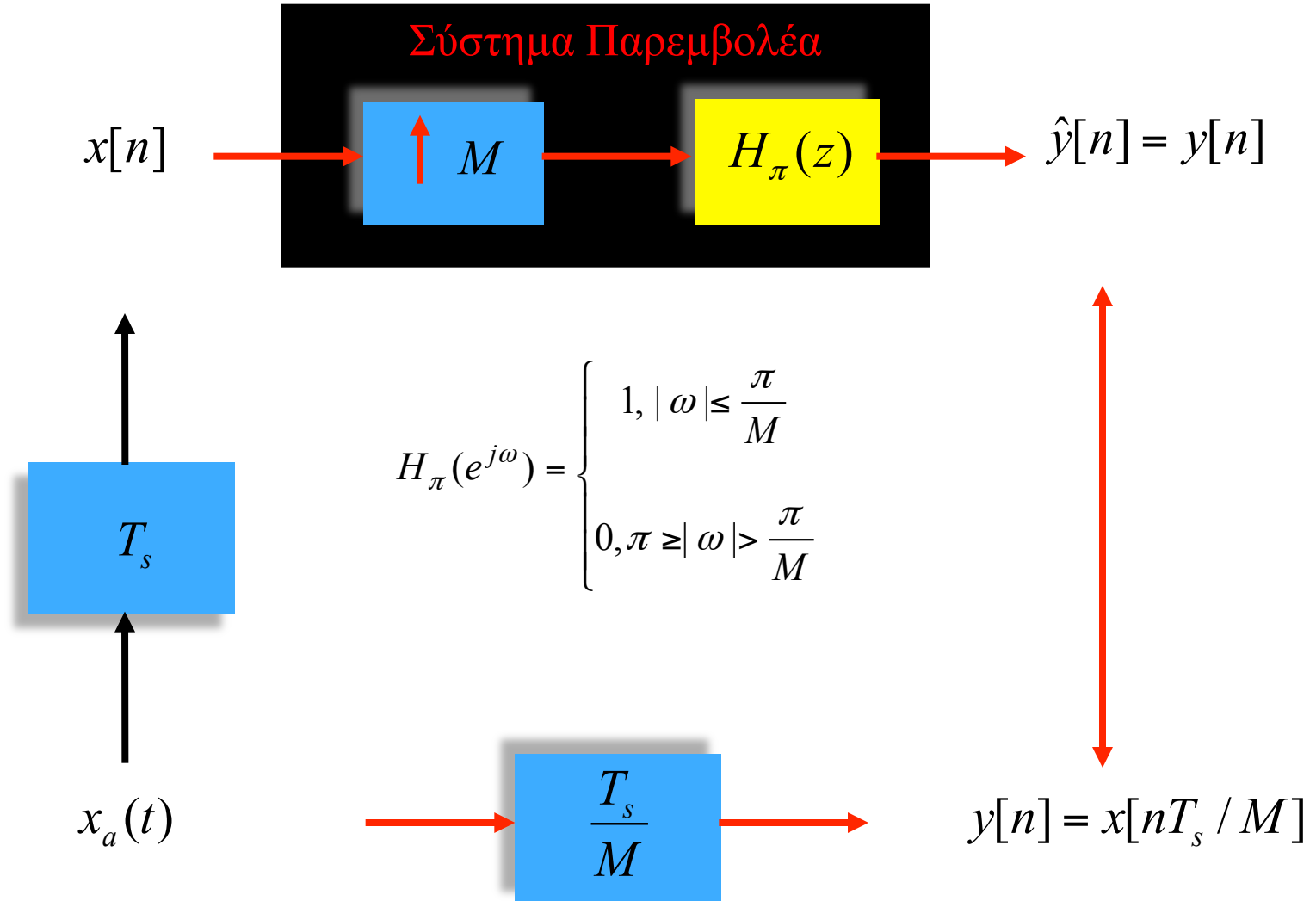


Πολυρυθμική Επεξεργασία

Υπερδειγματοληψία

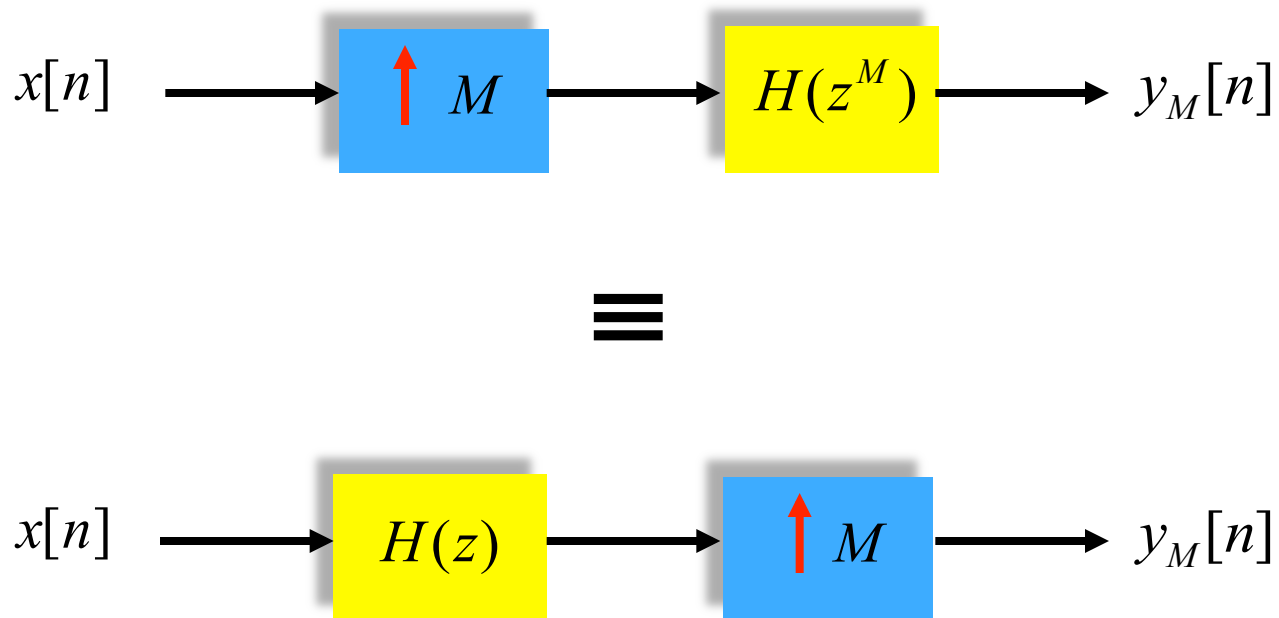


Πολυρυθμική Επεξεργασία

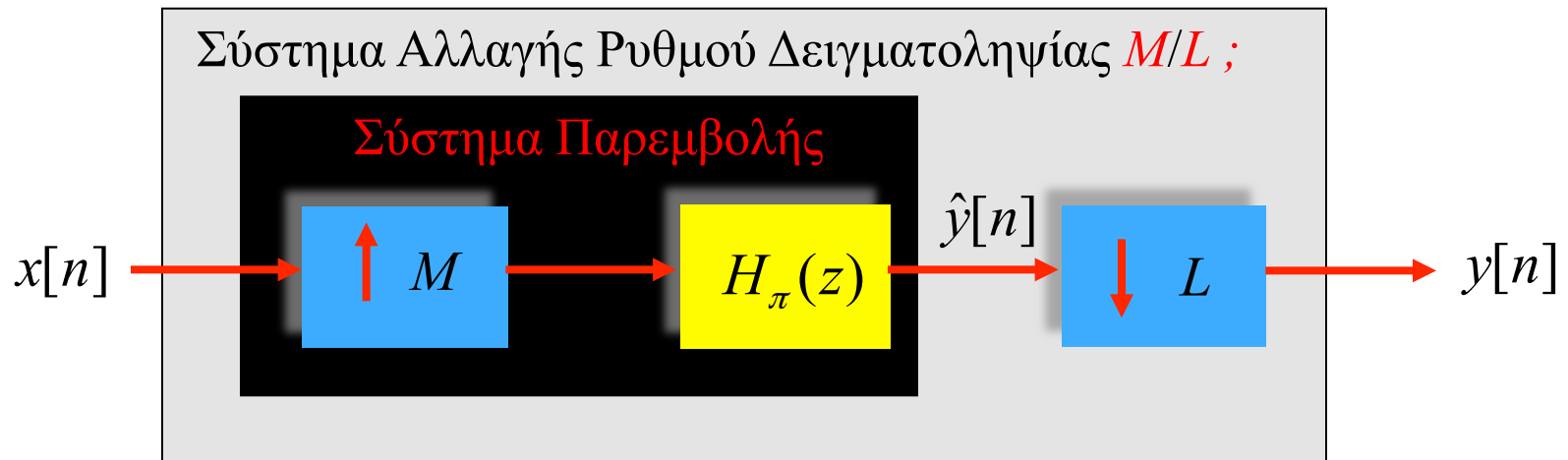
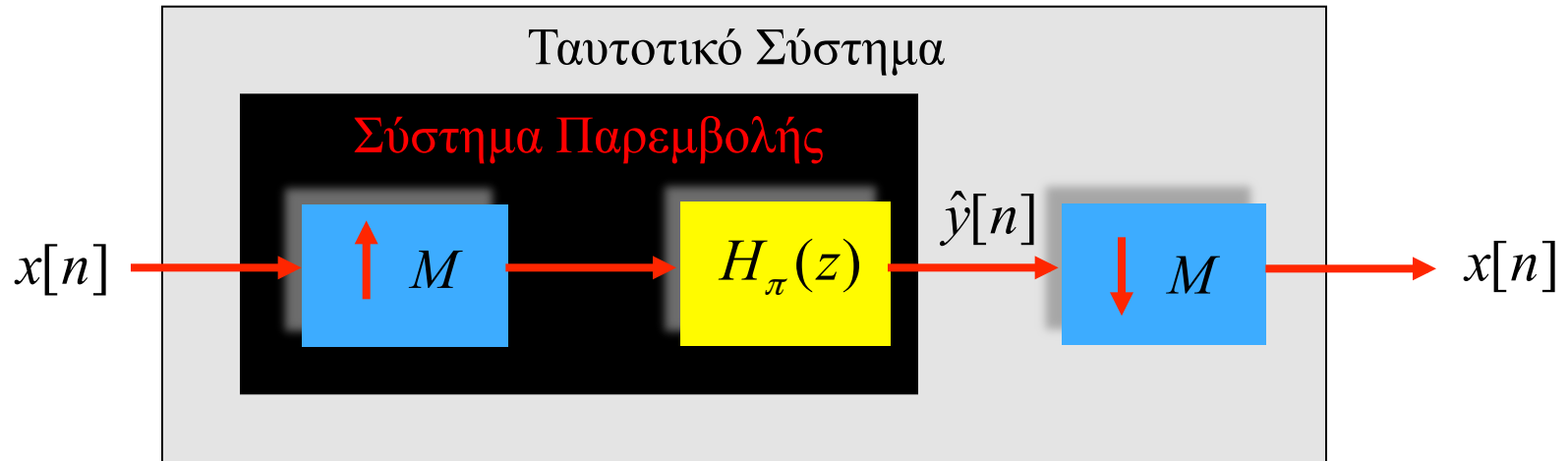


Πολυρυθμική Επεξεργασία

Ταυτότητα Noble

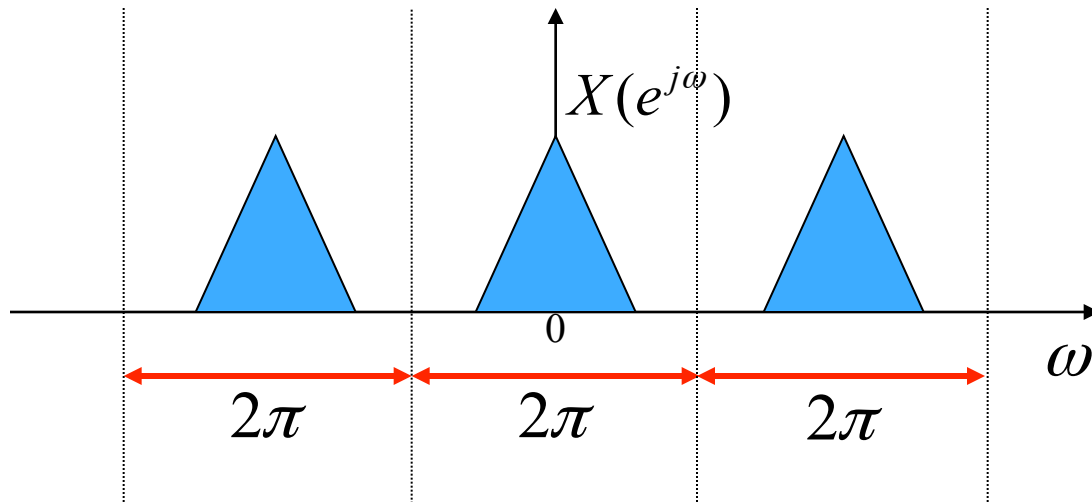
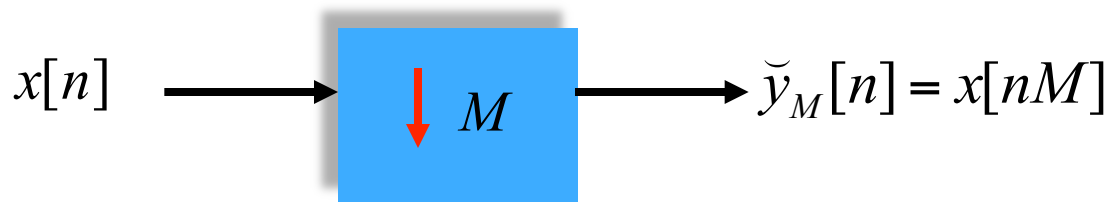


Πολυρυθμική Επεξεργασία



Πολυρυθμική Επεξεργασία

Αποδεκατιστής ή Υποδειγματολήπτης κατά παράγοντα M



Υπάρχει Σχέση

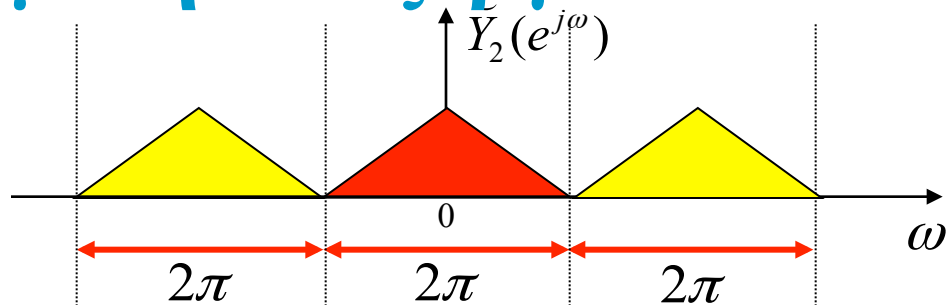
$$X(e^{j\omega}) \stackrel{;}{\leftrightarrow} \check{Y}_M(e^{j\omega})$$

και ποια;

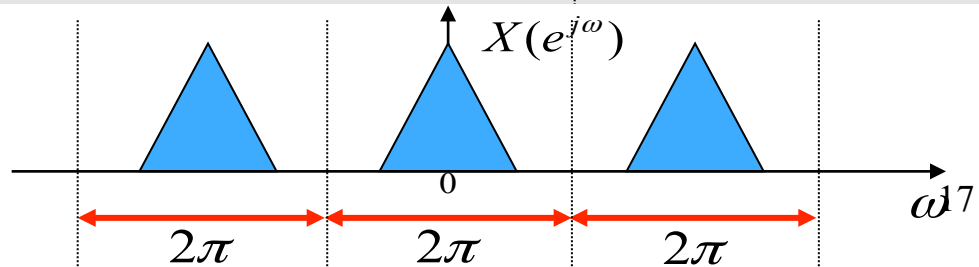
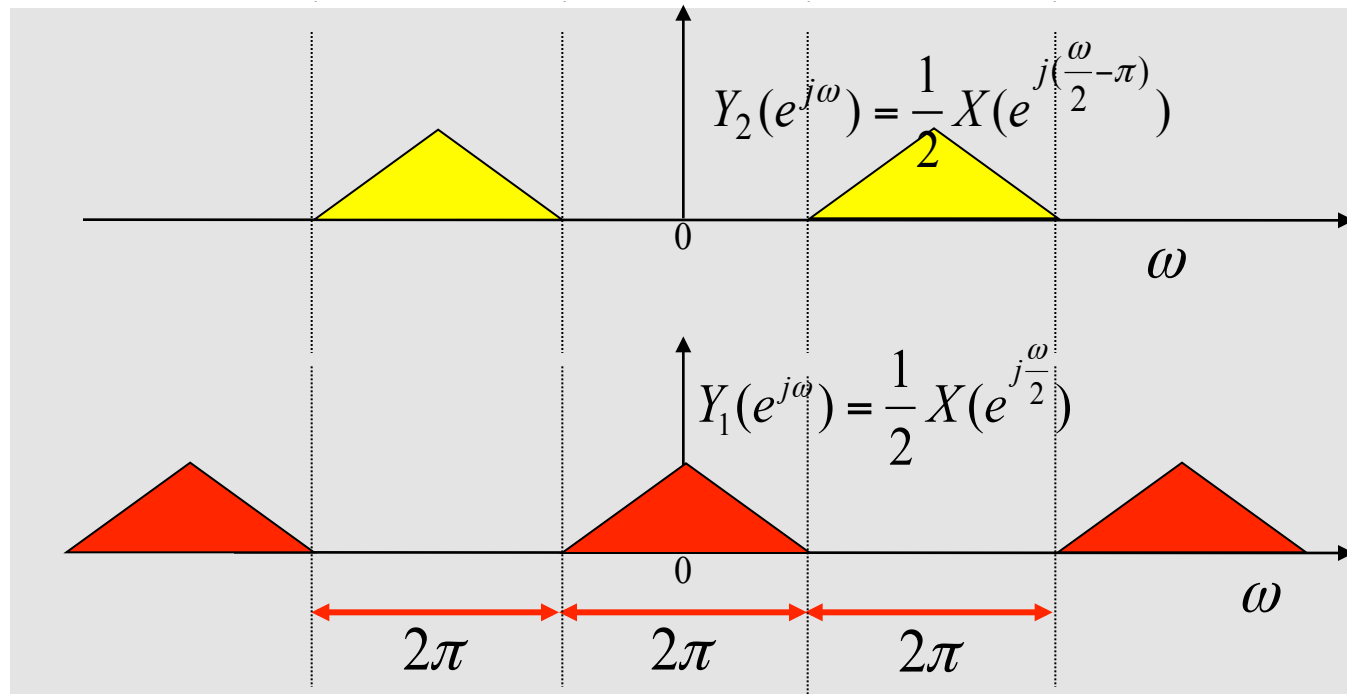
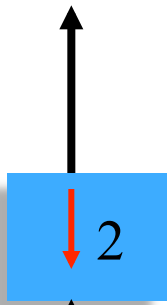


Πολυρυθμική Επεξεργασία

$$\tilde{Y}_M(e^{j\omega}) = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} X(e^{j\omega/M} e^{-j2\pi k/M})$$



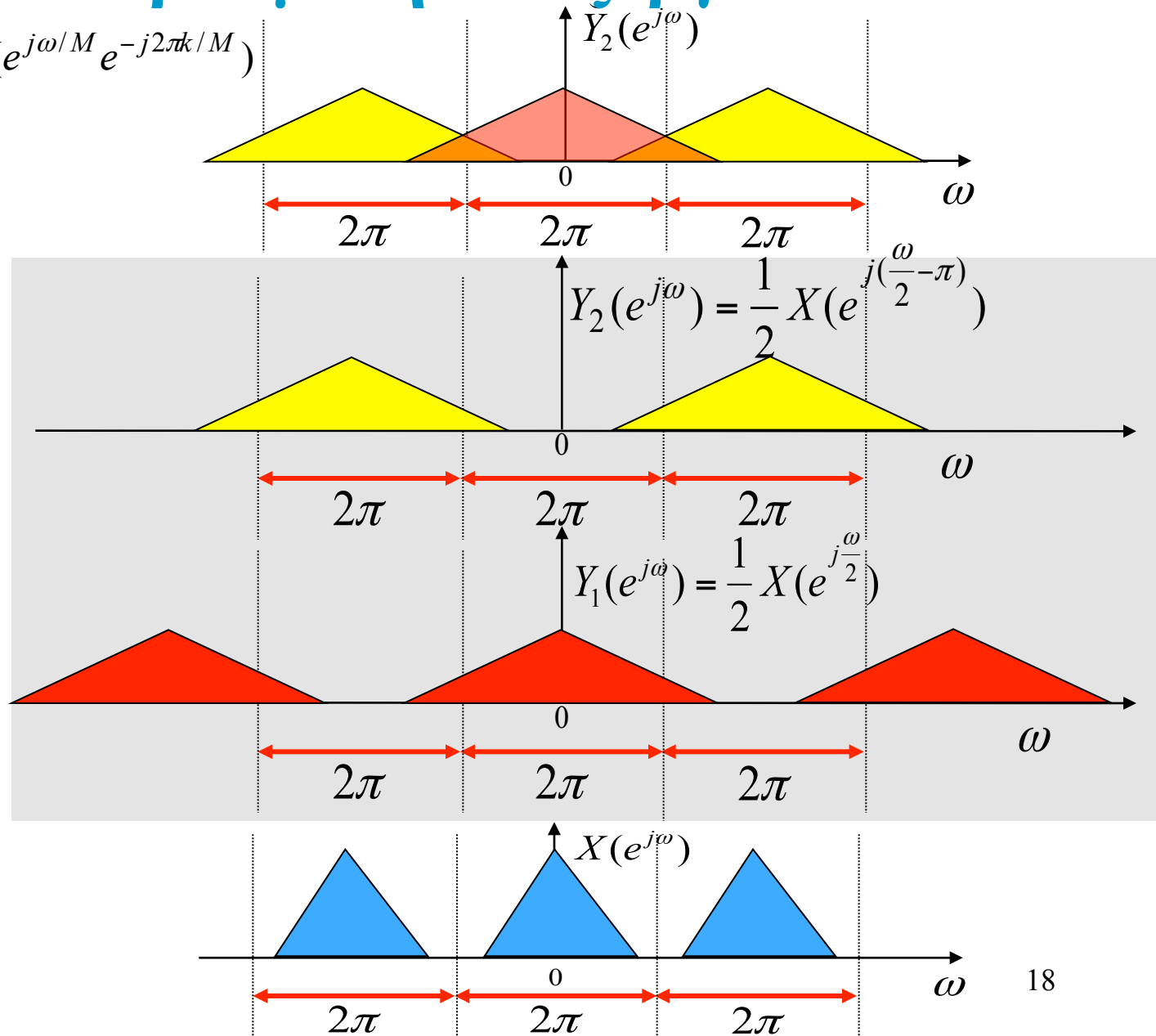
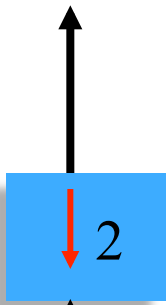
$$\tilde{y}_2[n] = x[2n]$$



Πολυρυθμική Επεξεργασία

$$\tilde{Y}_M(e^{j\omega}) = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} X(e^{j\omega/M} e^{-j2\pi k/M})$$

$$\tilde{y}_2[n] = x[2n]$$

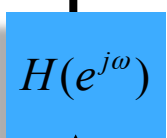
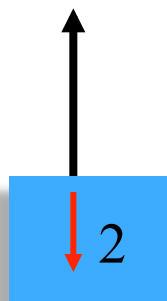


Πολυρυθμική Επεξεργασία

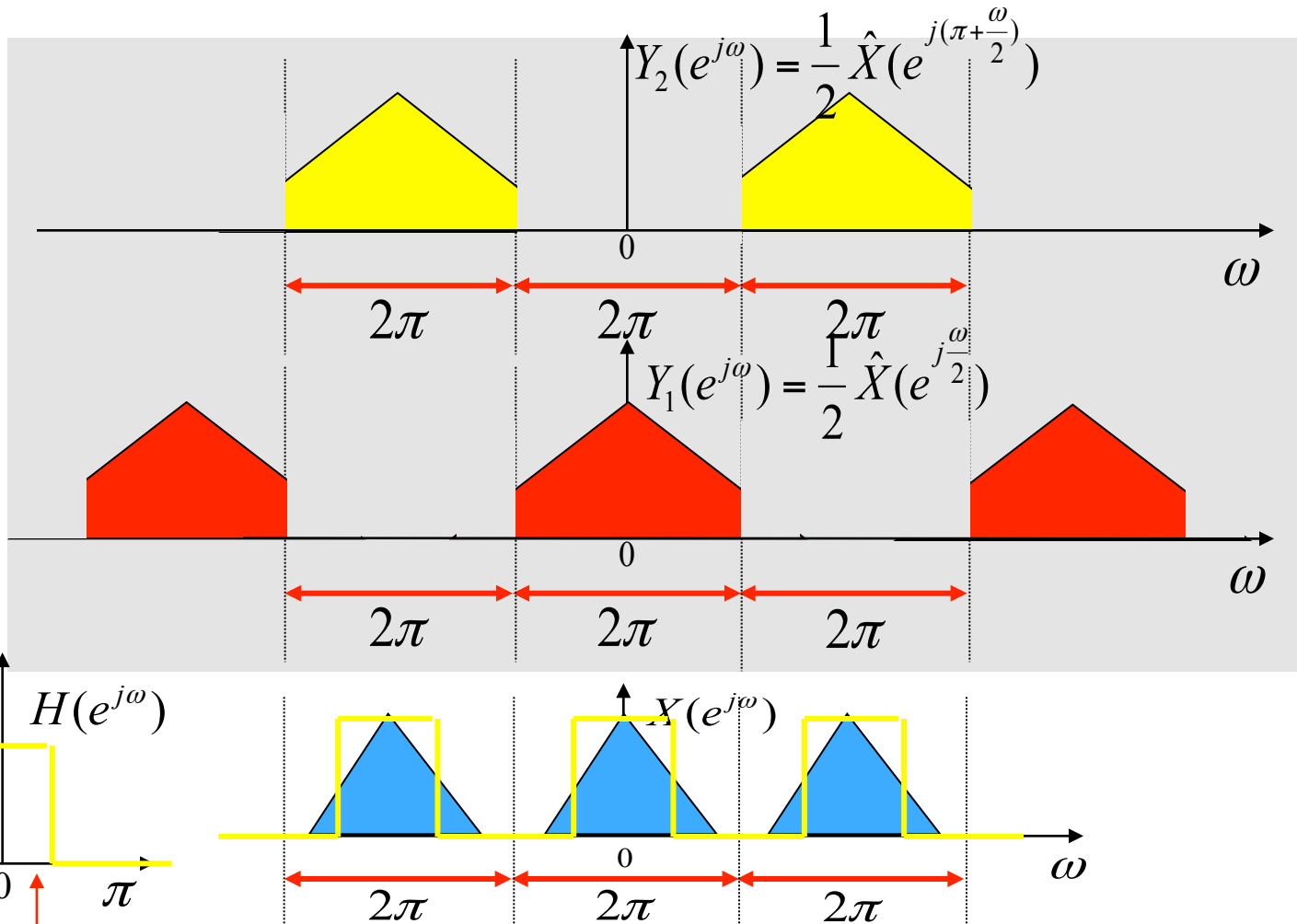
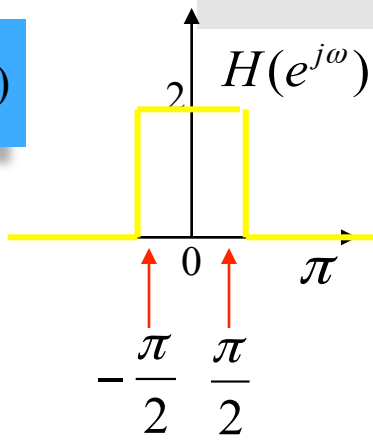
$$\check{Y}_M(e^{j\omega}) = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} \hat{X}(e^{j\omega/M} e^{j2\pi k/M})$$

$$\hat{X}(e^{j\omega}) = X(e^{j\omega})H(e^{j\omega})$$

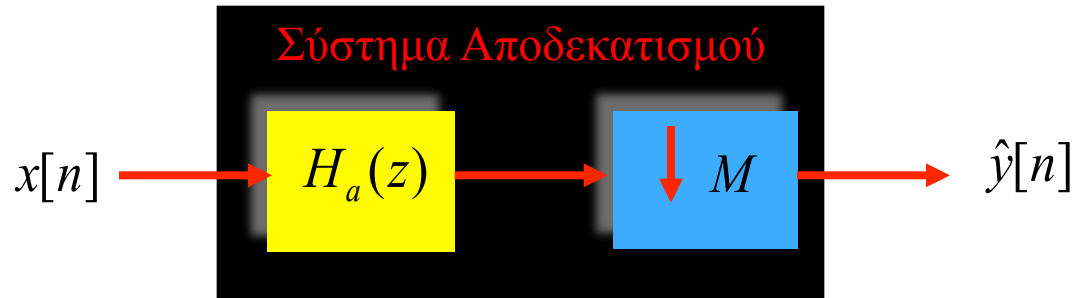
$$\check{y}_2[n] = \hat{x}[2n]$$



$x[n]$



Πολυρυθμική Επεξεργασία

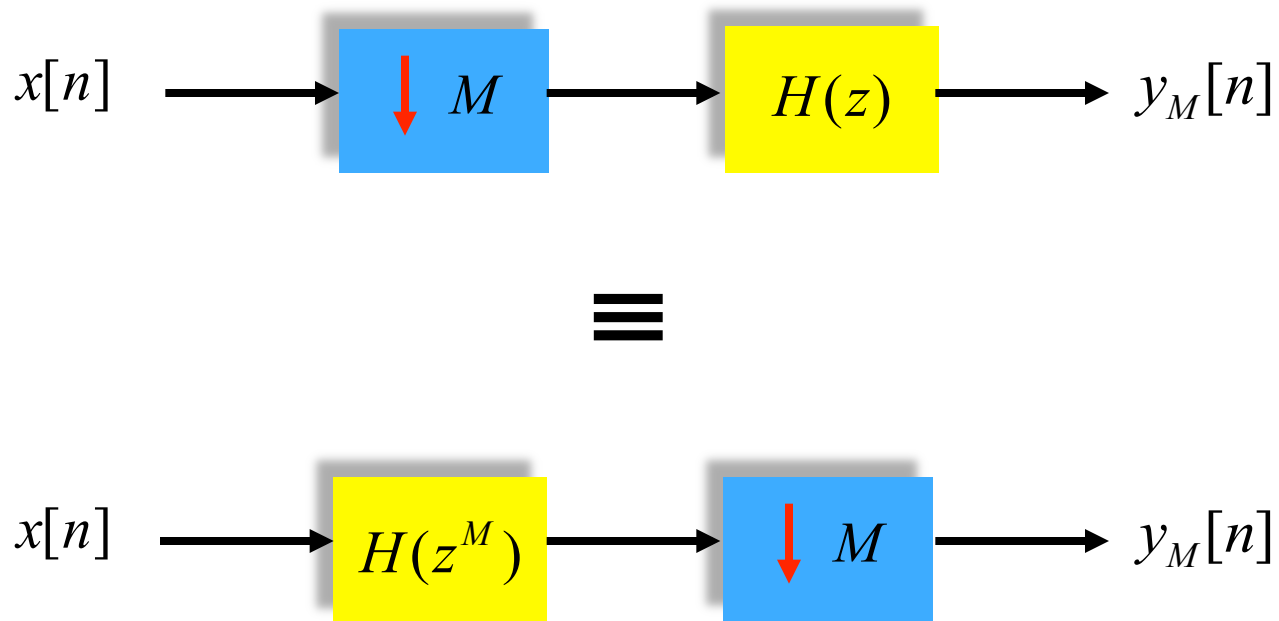


$$H_a(e^{j\omega}) = \begin{cases} M, & |\omega| \leq \frac{\pi}{M} \\ 0, & \pi \geq |\omega| > \frac{\pi}{M} \end{cases}$$



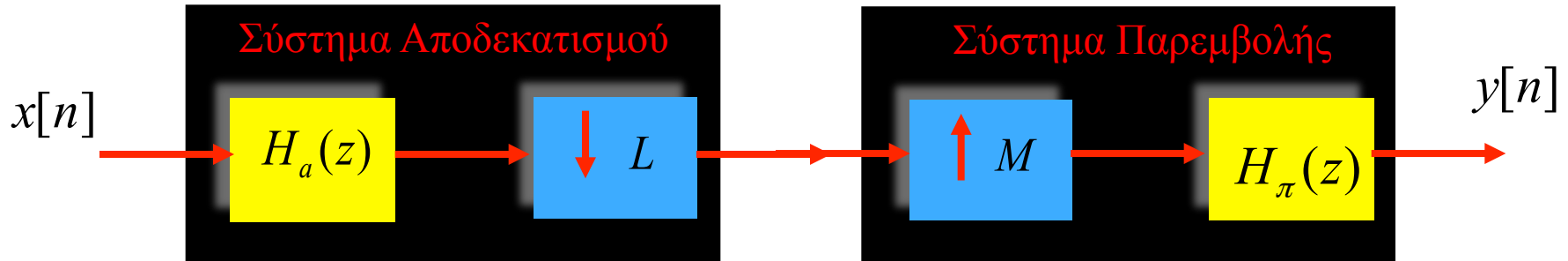
Πολυρυθμική Επεξεργασία

Ταυτότητες Noble



Πολυρυθμική Επεξεργασία

Σύστημα Αλλαγής Ρυθμού Δειγματοληψίας



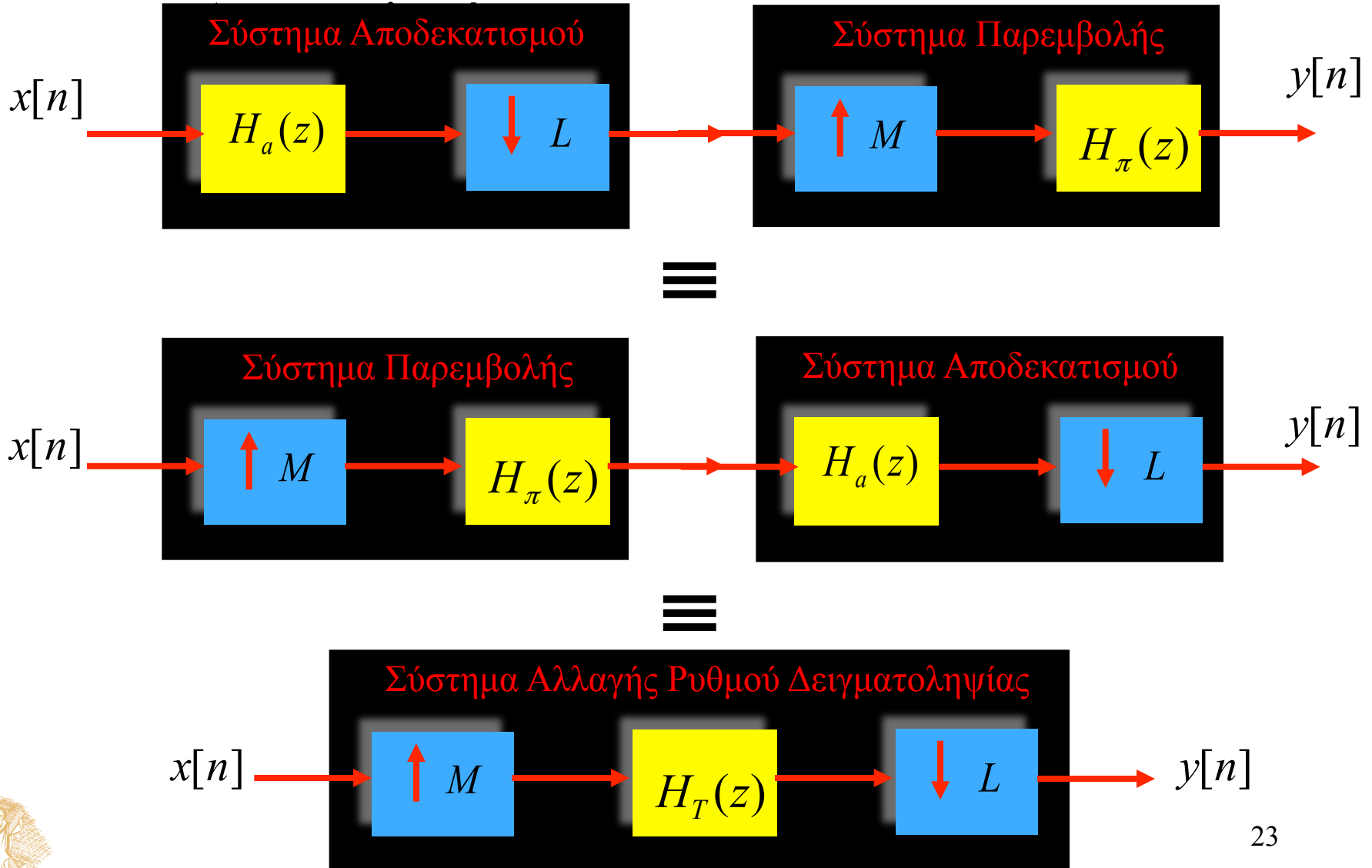
$$H_a(e^{j\omega}) = \begin{cases} L, & |\omega| \leq \frac{\pi}{L} \\ 0, & \pi \geq |\omega| > \frac{\pi}{L} \end{cases}$$

$$H_\pi(e^{j\omega}) = \begin{cases} 1, & |\omega| \leq \frac{\pi}{M} \\ 0, & \pi \geq |\omega| > \frac{\pi}{M} \end{cases}$$

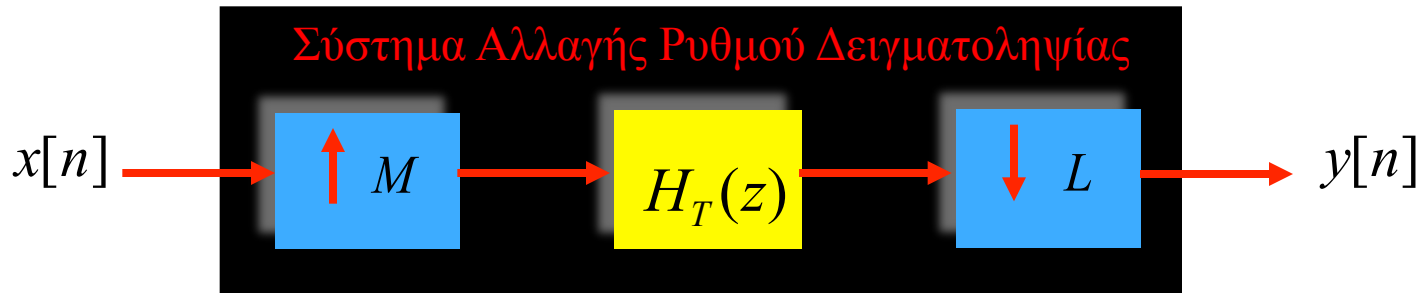


Πολυρυθμική Επεξεργασία

Ισοδύναμα Συστήματα Αλλαγής Ρυθμού



Πολυρυθμική Επεξεργασία

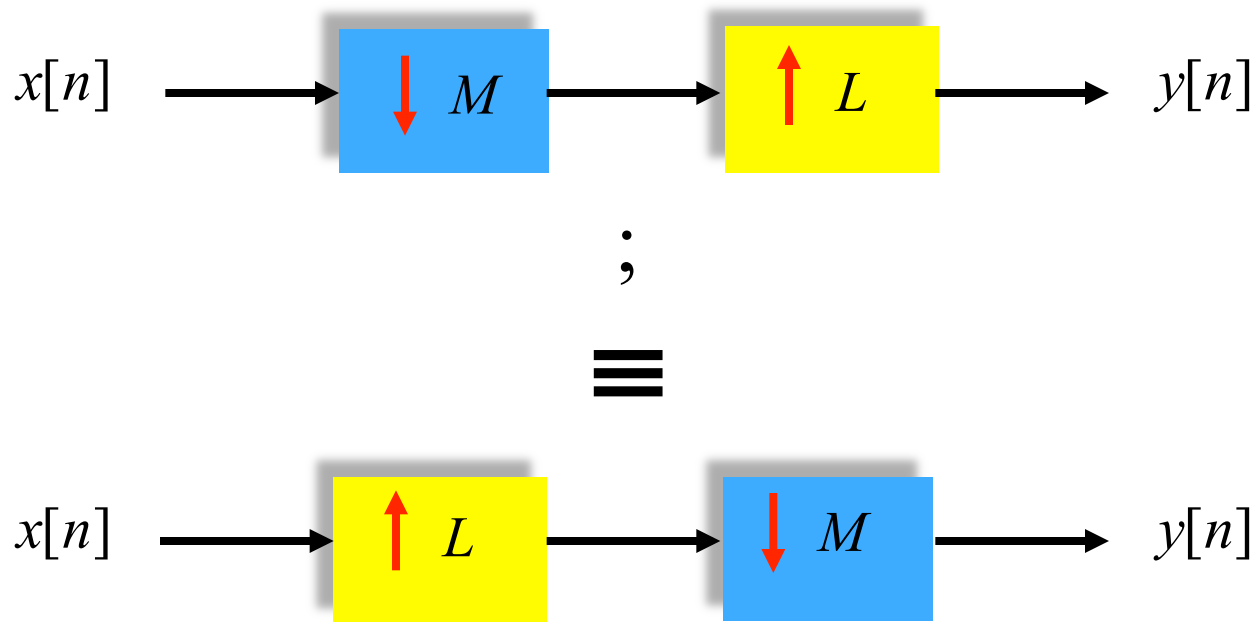


$$H_T(e^{j\omega}) = H_\pi(e^{j\omega})H_a(e^{j\omega}) = \begin{cases} M, & |\omega| \leq \min\left\{\frac{\pi}{M}, \frac{\pi}{L}\right\} \\ 0, & \pi \geq |\omega| > \min\left\{\frac{\pi}{M}, \frac{\pi}{L}\right\} \end{cases}$$



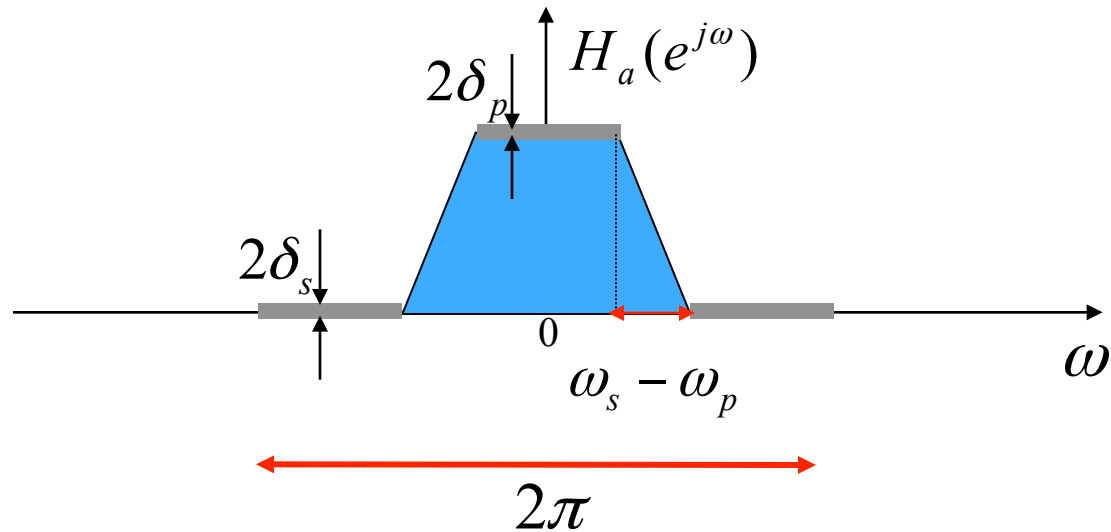
Πολυρυθμική Επεξεργασία

Αντιμεταθετική Ιδιότητα



Πολυρυθμική Επεξεργασία

Σχέση Προδιαγραφών και Μήκος Φίλτρου



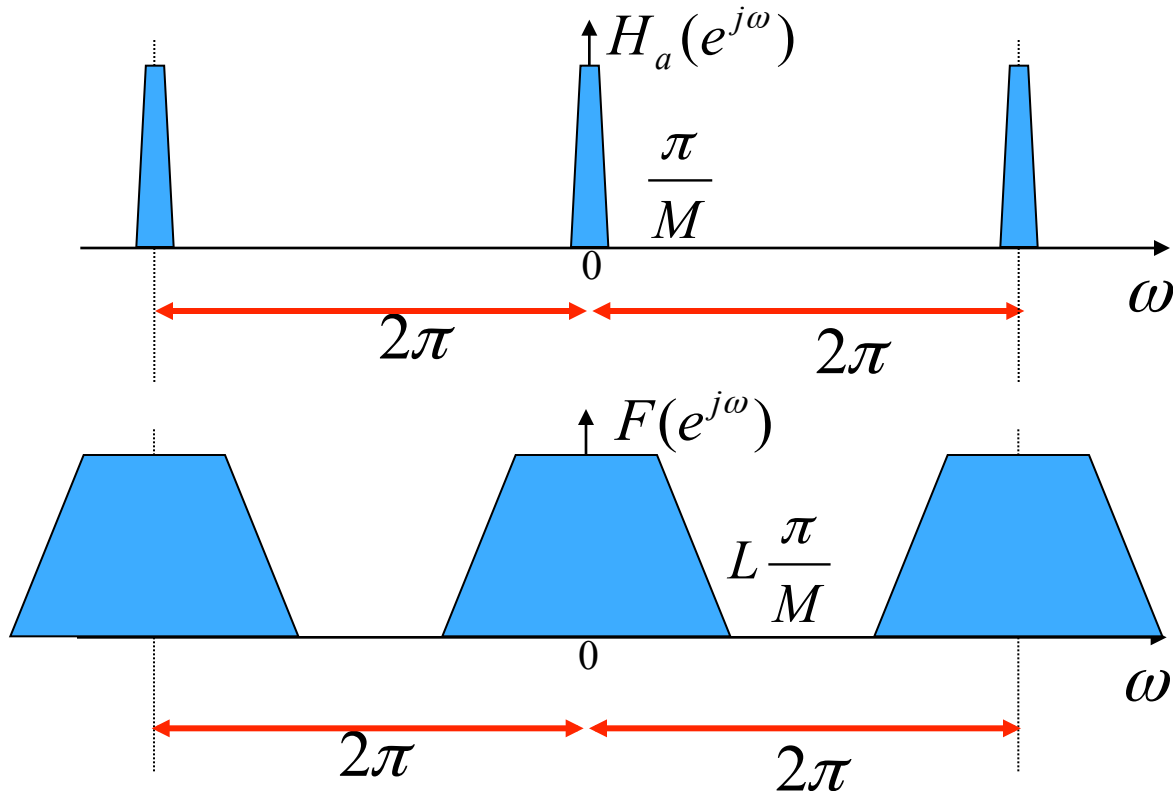
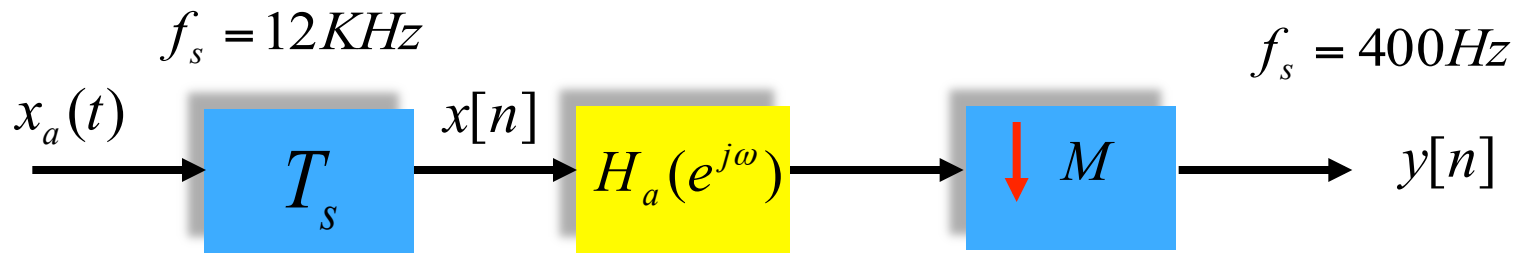
Εκτίμηση Μήκους Φίλτρου

$$N = \frac{-20 \log_{10}(\sqrt{\delta_p \delta_s}) - 13}{1.4(\omega_s - \omega_p)}$$



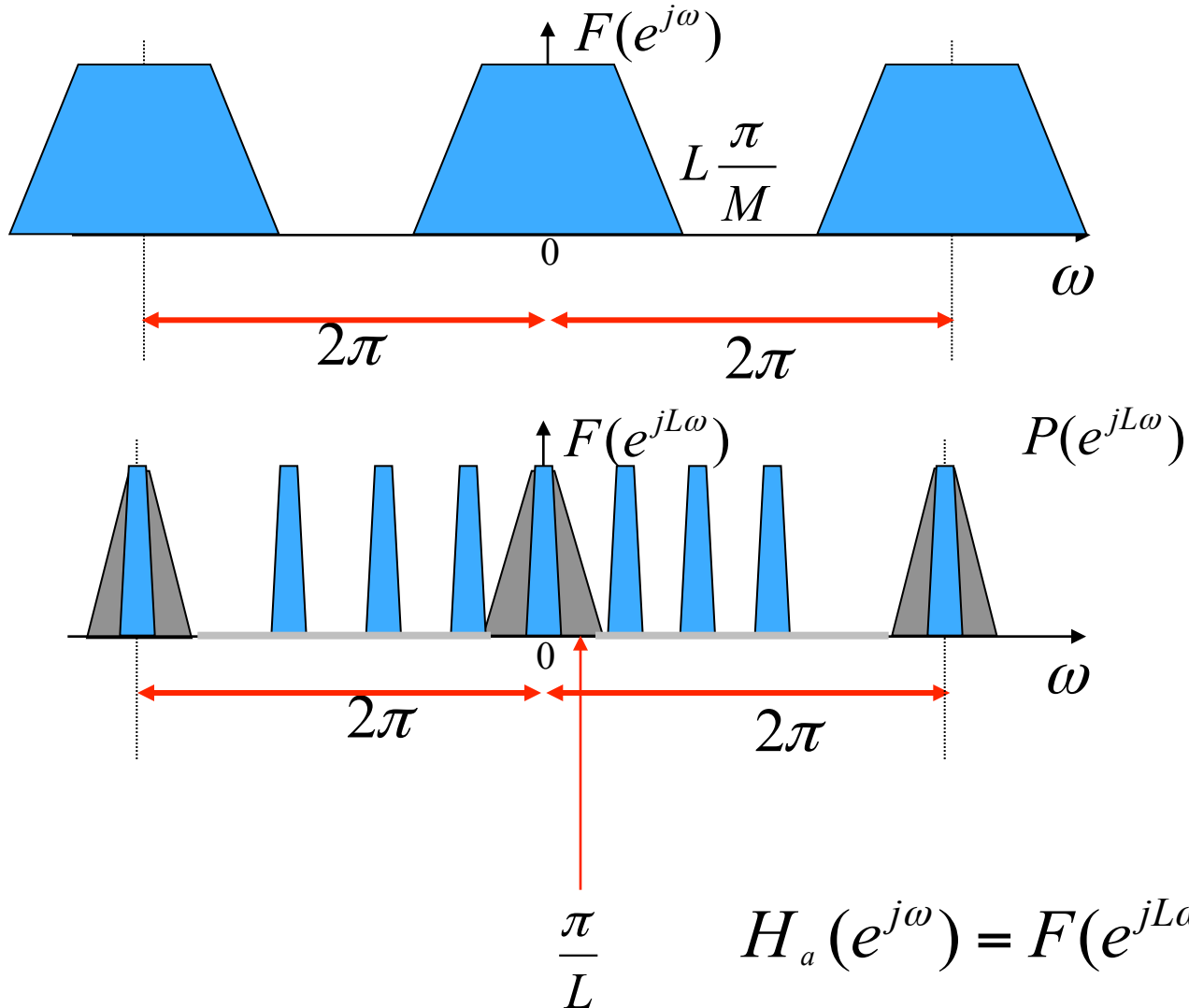
Πολυρυθμική Επεξεργασία

Πολυσταδιακή Υλοποίηση Συστημάτων



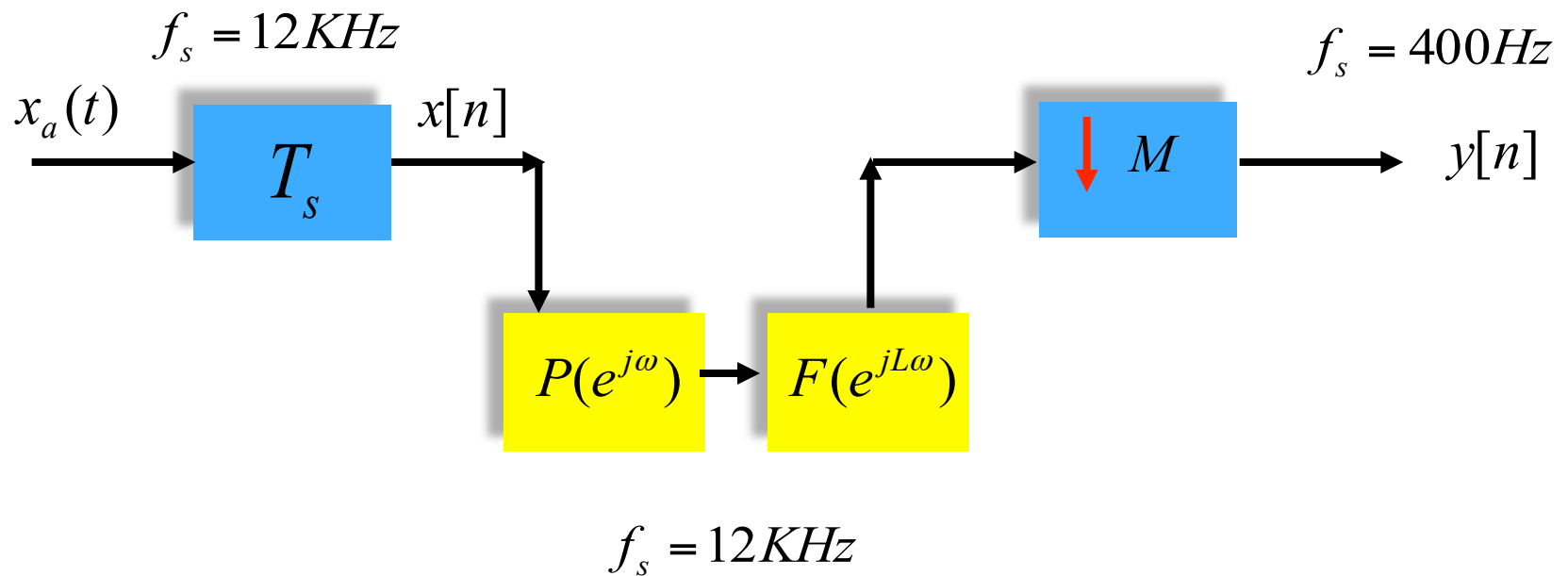
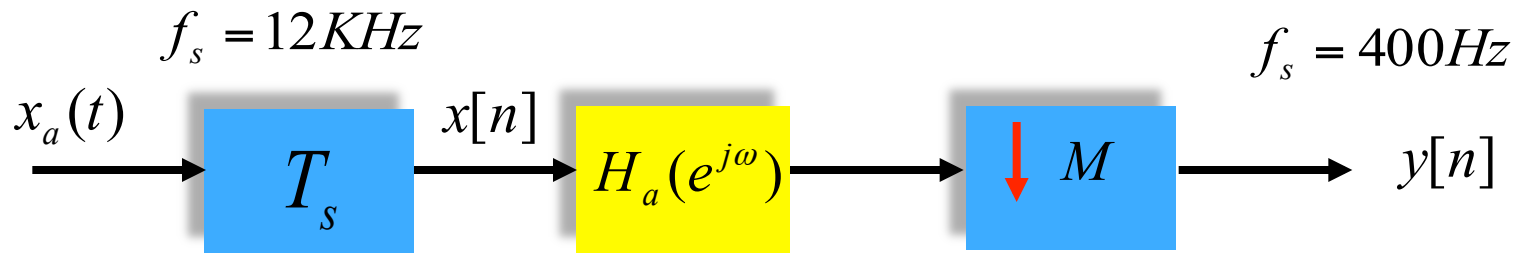
Πολυρυθμική Επεξεργασία

Πολυσταδιακή Υλοποίηση Συστημάτων



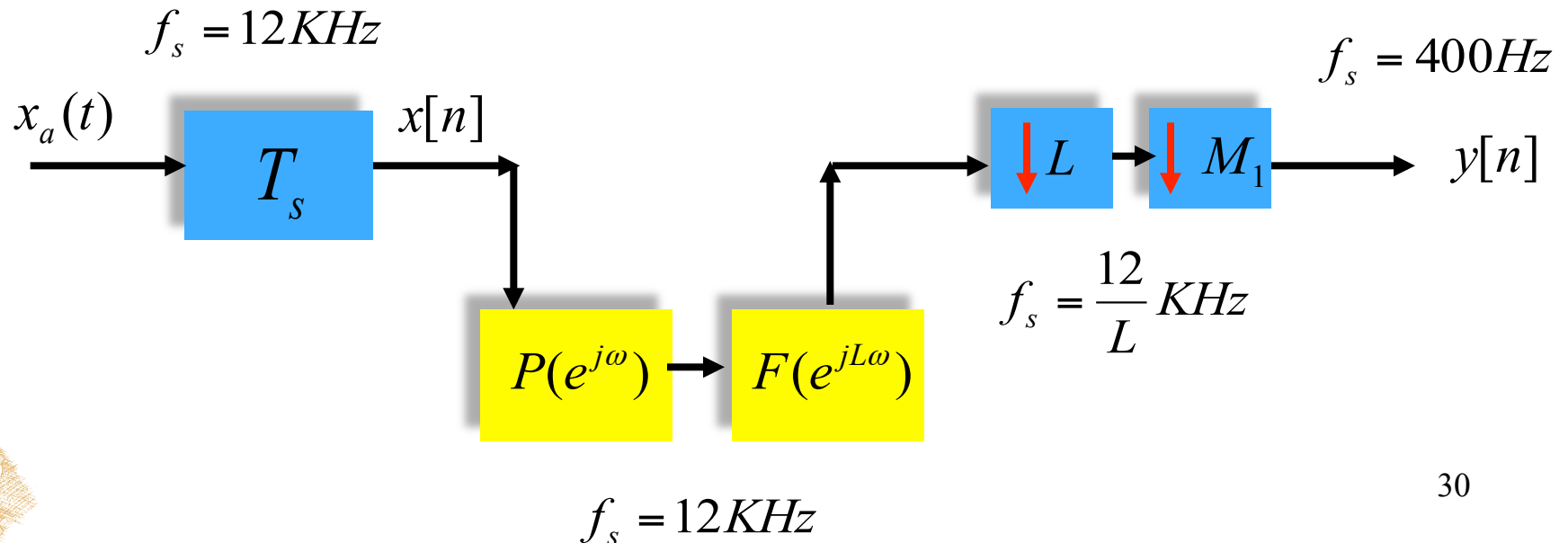
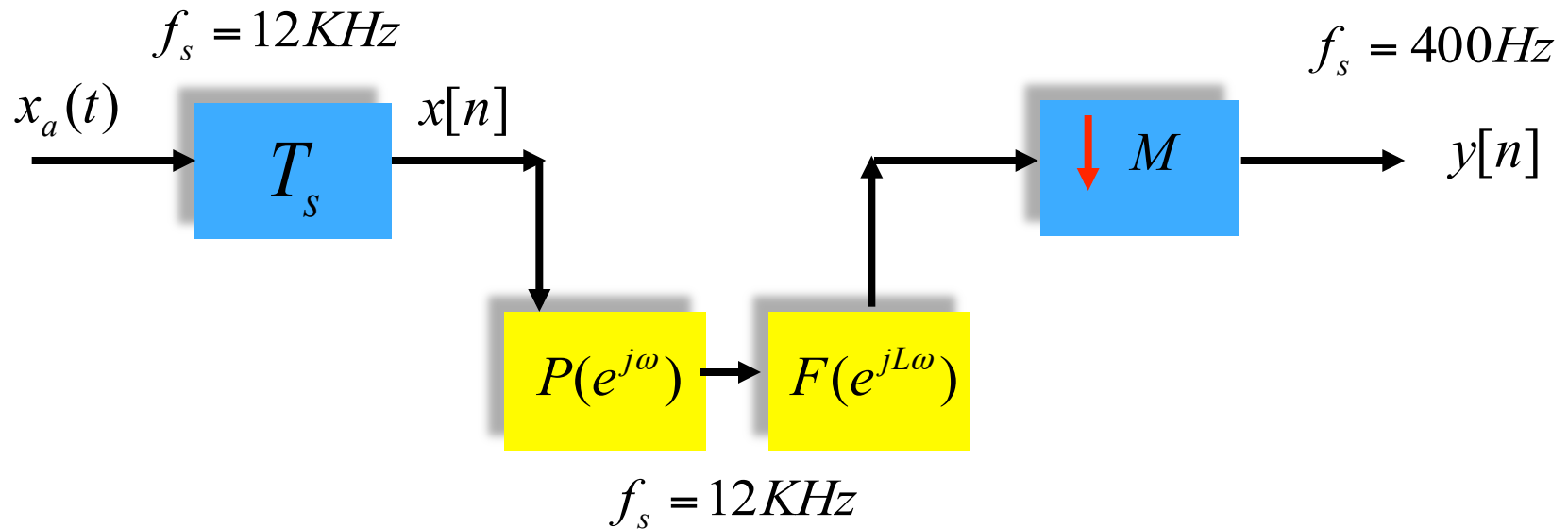
Πολυρυθμική Επεξεργασία

Πολυσταδιακή Υλοποίηση Συστημάτων



Πολυρυθμική Επεξεργασία

Πολυσταδιακή Υλοποίηση Συστημάτων



Πολυρυθμική Επεξεργασία

Πολυσταδιακή Υλοποίηση Συστημάτων

