



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO

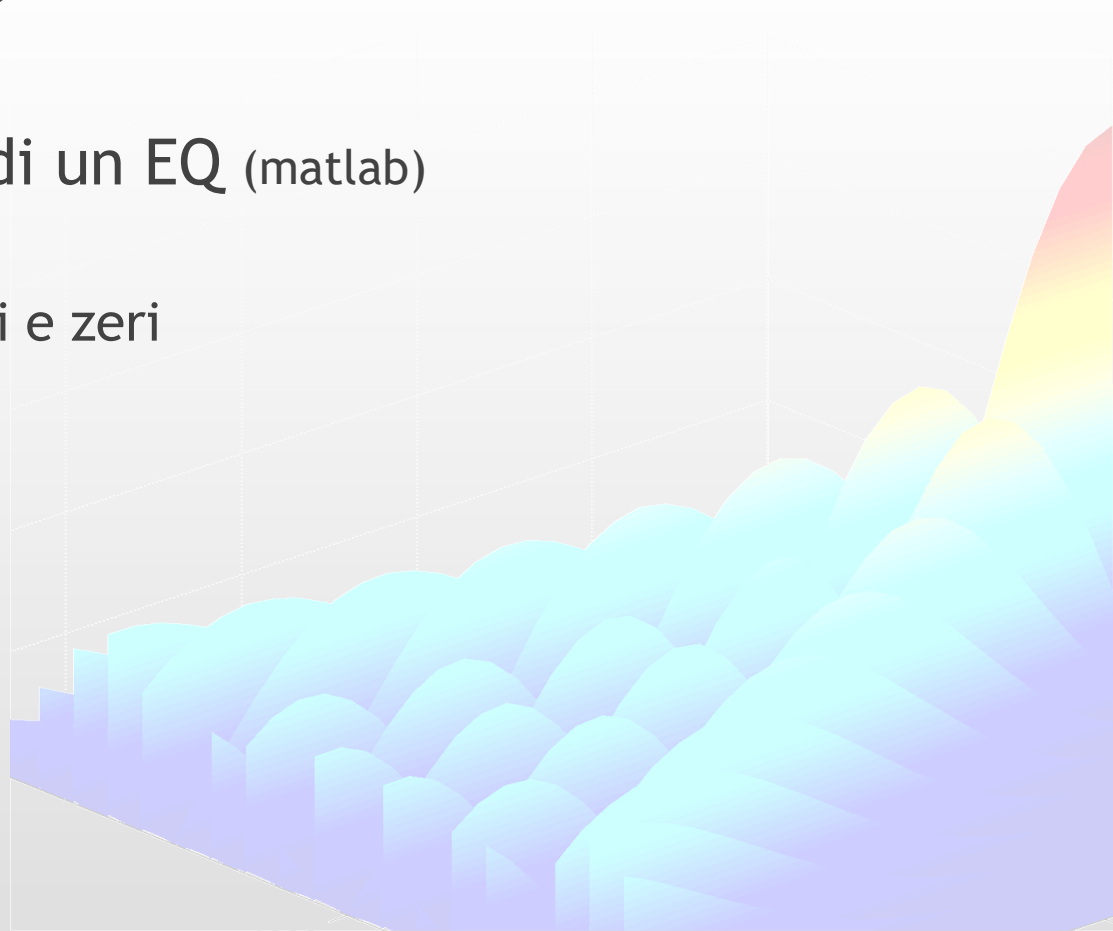
Manipolazione del Segnale Audio

Lezione 7: Rappresentazione digitale del segnale audio (3)

27/03/2017 - Laboratorio di I.A.M.

Il programma di oggi...

- Rappresentazione dello spettro
 - Modelli LTI
 - Stima dello spettro
- Implementazione di un EQ (matlab)
 - Convoluzione & co
 - Disposizione di poli e zeri



Rappresentazione dello spettro: Modelli LTI

Esistono 4 modi equivalenti di descrivere un sistema LTI

Dominio del tempo

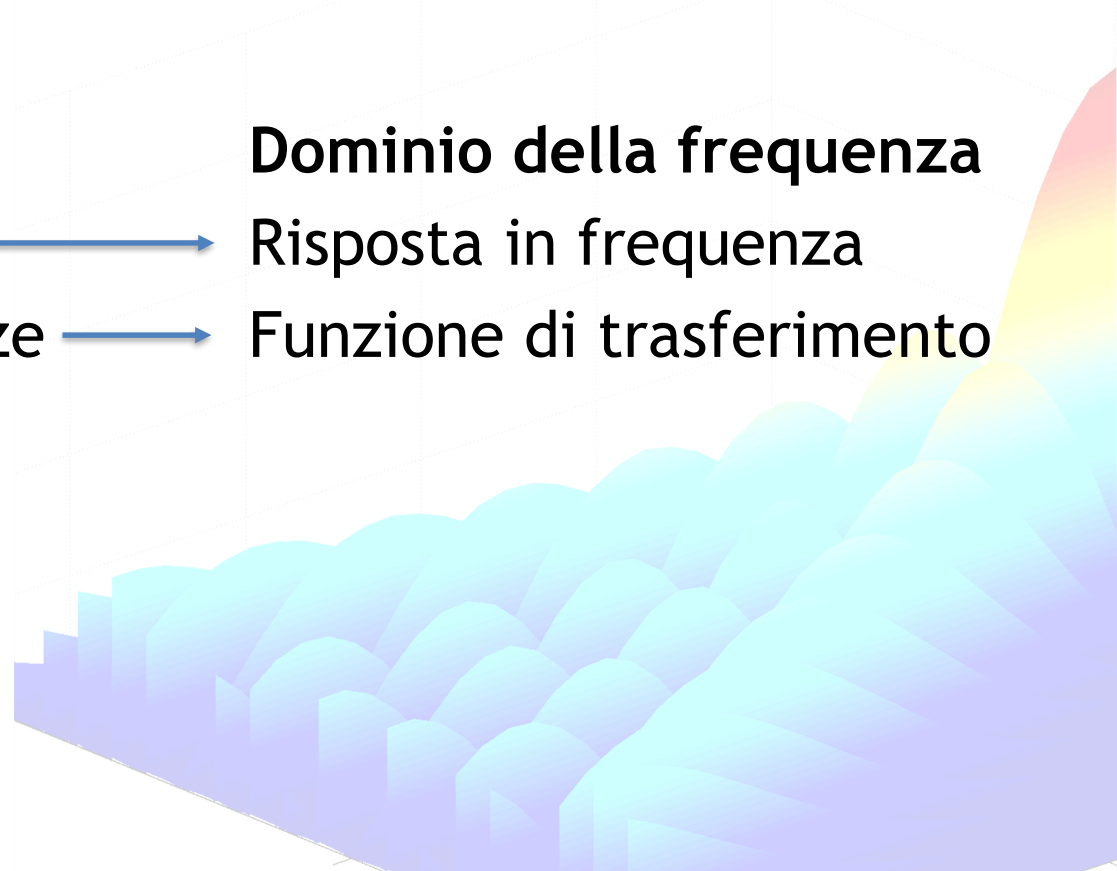
Risposta all'impulso

Equazione alle differenze

Dominio della frequenza

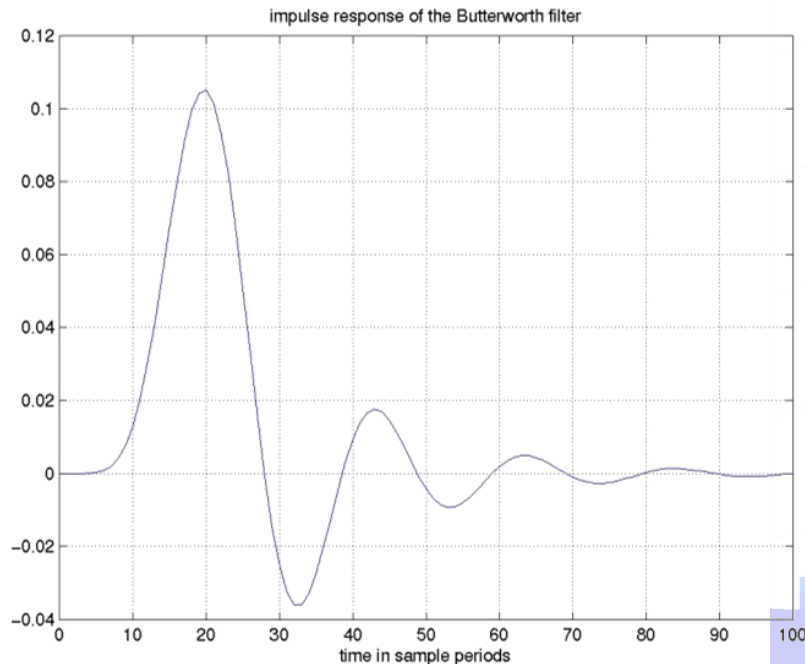
Risposta in frequenza

Funzione di trasferimento

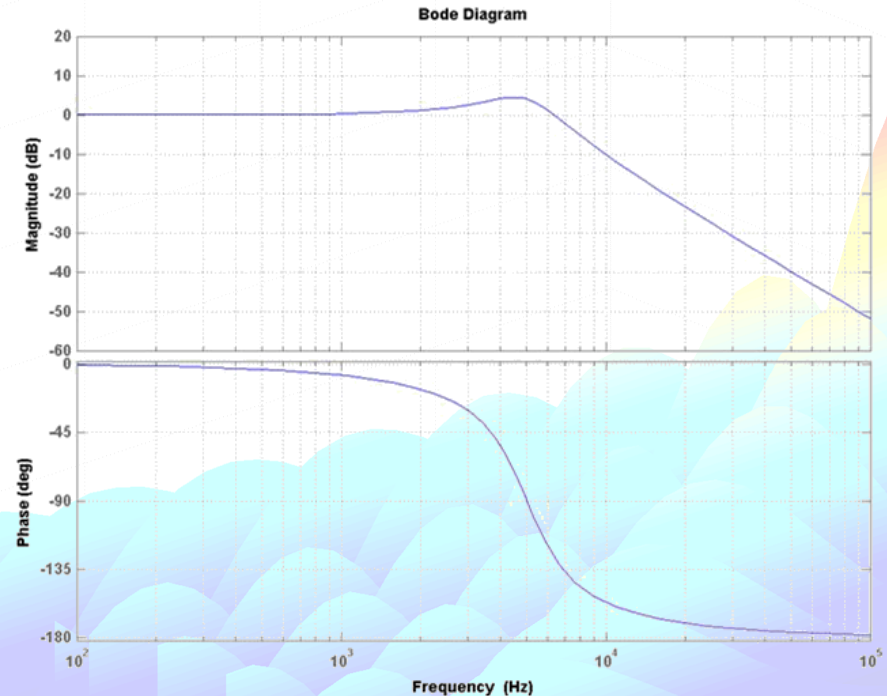


Rappresentazione dello spettro: Modelli LTI

Dominio del tempo
Risposta all'impulso



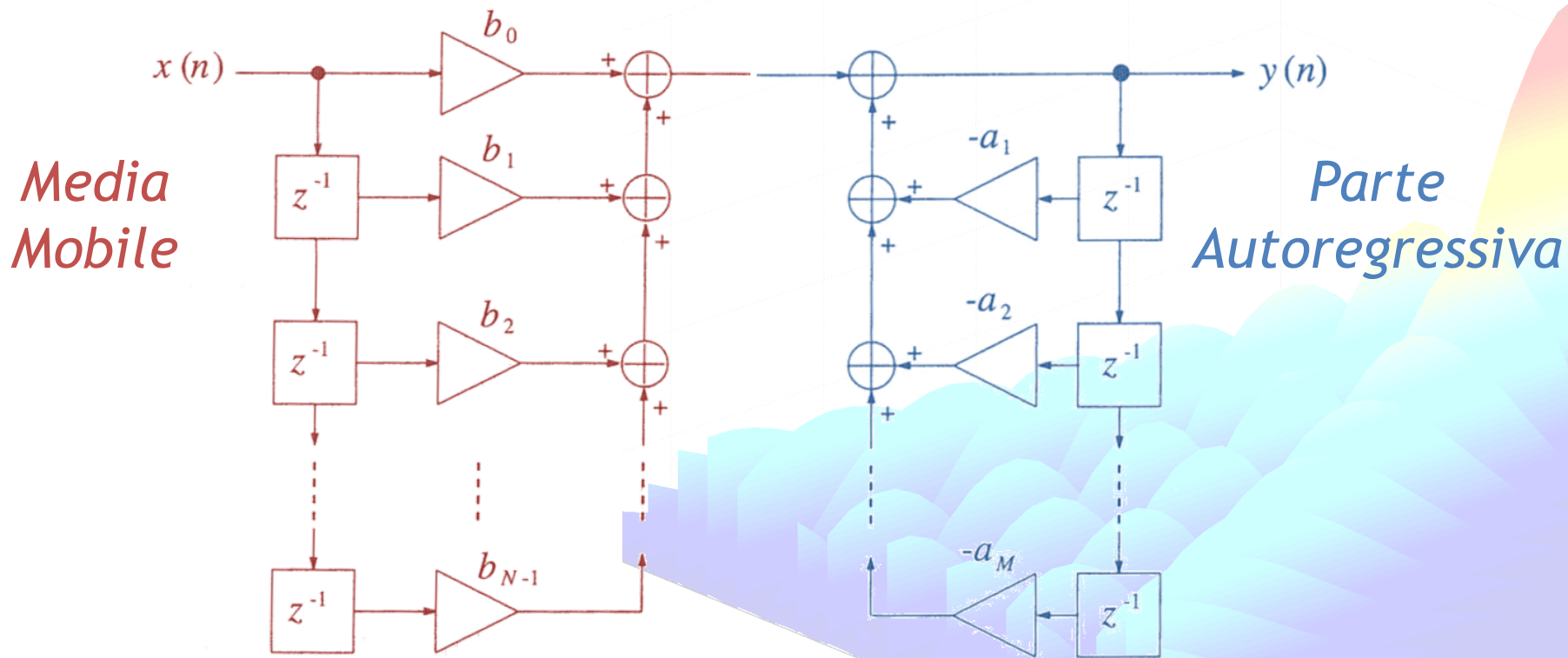
Dominio della frequenza
Risposta in frequenza



Rappresentazione dello spettro: Modelli LTI

Equazione alle differenze

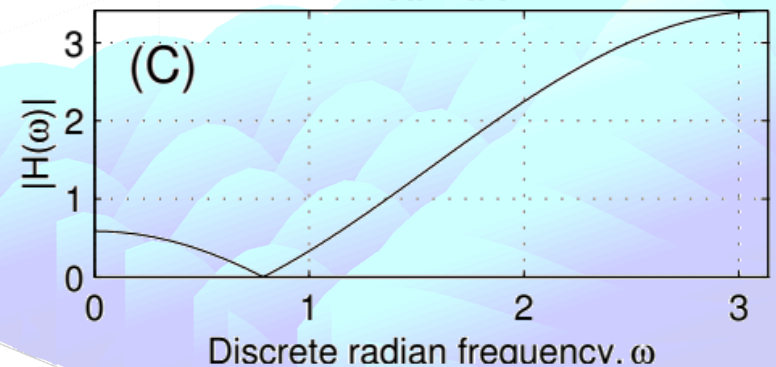
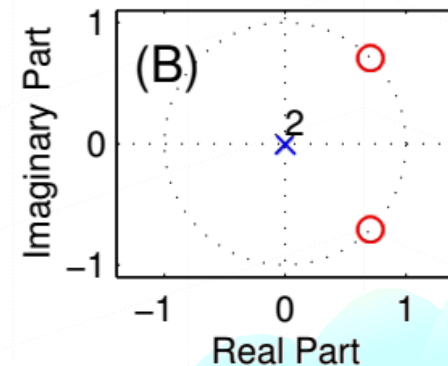
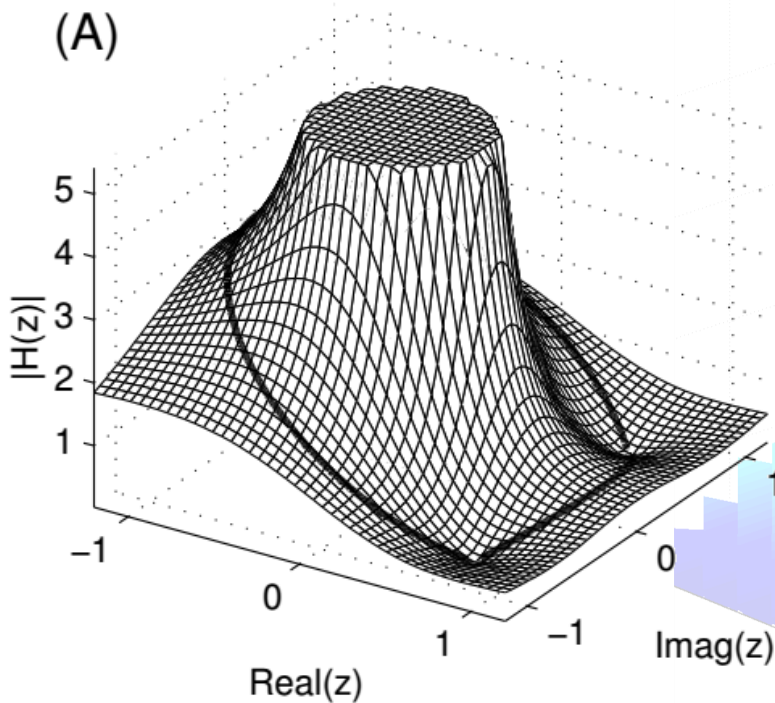
$$a[0] \cdot y[n] = \sum_{m=0}^M b[m] \cdot x[n-m] + \sum_{k=1}^N -a[k] \cdot y[n-k]$$



Rappresentazione dello spettro: Modelli LTI

Funzione di Trasferimento

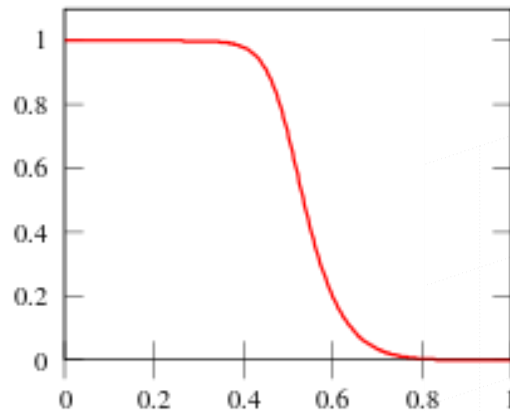
$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{\sum_{m=0}^M \textcolor{red}{b}[m] \cdot z^{-m}}{\sum_{k=0}^N \textcolor{blue}{a}[k] \cdot z^{-k}} = \frac{\textcolor{red}{b}[0]}{\textcolor{blue}{a}[0]} \cdot \frac{\prod_{m=1}^M (z - \textcolor{red}{z}_m)}{\prod_{k=1}^N (z - \textcolor{blue}{p}_k)} \cdot z^{(N-M)}$$



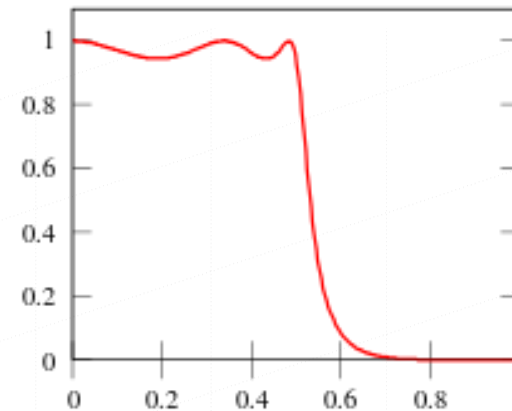
Progettazione di un filtro numerico

Disporre poli e zeri su Z per ottenere la risposta desiderata

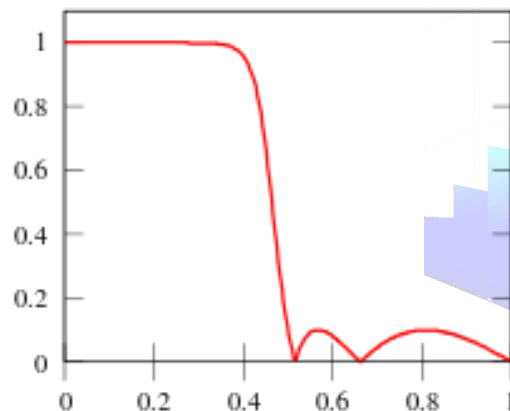
Butterworth



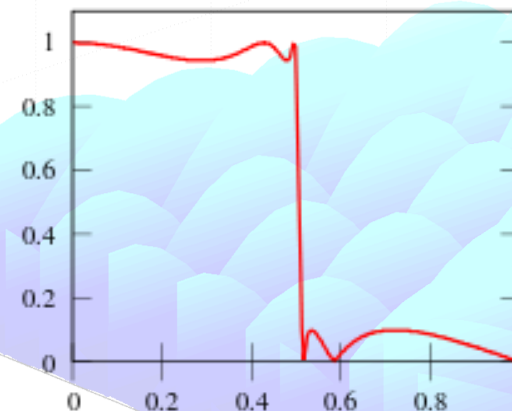
Chebyshev type 1



Chebyshev type 2



Elliptic



Stima dello spettro

- Metodi non-parametrici
 - Metodi usati su segnali ignoti
 - Molto veloci
 - Divisi in: *periodogrammi* e *correlogrammi*
 - I *periodogrammi* sono trasformazioni dirette (es: Fourier)
- Metodi parametrici
 - Si assume che il segnale aderisca ad un certo modello
 - Più lenti
 - I più noti sono i metodi a predizione lineare o LPC (es: metodi *autoregressivi*), in cui il segnale è modellato come rumore filtrato da un sistema LTI, di cui vengono scoperti i poli e gli zeri.

Rappresentazione dello spettro

Il resto su Matlab...

scaricate il materiale di esempio dal sito

http://www.ludovico.net/students_lim.php

e portatelo in una cartella di lavoro di Matlab

