

\* esempio bacinella

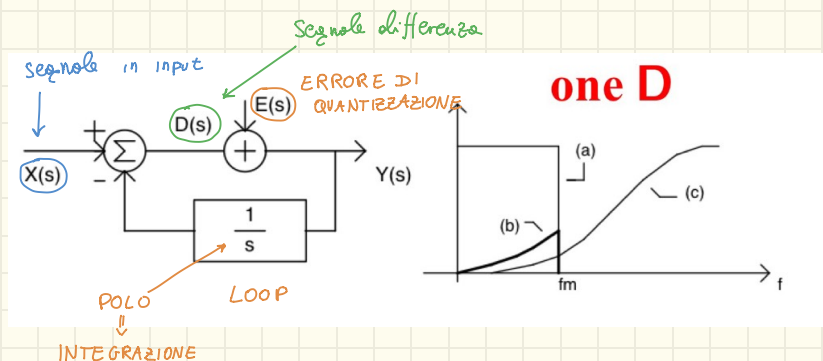
## NOISE SHAPING

Spingiamo il rumore ad alta frequenza fuori dalla banda a noi interessata.

Come? **Modulazione delta**

Vediamo come i segnali vengano moltiplicati per un fattore nella variabile  $s$ ; quel fattore rappresenta un **filtro passa alto**, ovvero amplifica le alte frequenze ed attenua quelle basse; il problema è che distorce completamente il segnale.

La nota positiva è che così facendo il **segnale** (totale) viene **shiftato a destra**. Vediamo però che  $Y(s)$  è composto da due termini:  $X(s)$  ovvero il segnale in ingresso, ed  $E(s)$  ovvero l'errore di quantizzazione, ed entrambi sono moltiplicati per il filtro.

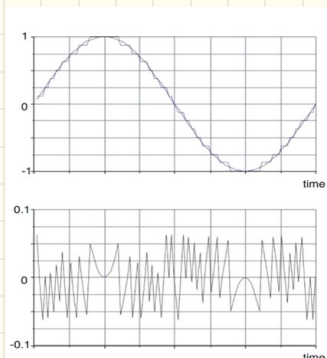
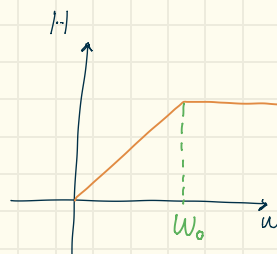


$$\begin{cases} Y(s) = E(s) + D(s) \\ D(s) = X(s) - \frac{1}{s} Y(s) \end{cases} \Rightarrow Y(s) = E(s) + X(s) - \frac{1}{s} Y(s)$$

$$\Rightarrow Y(s) \left( \frac{s+1}{s} \right) = E(s) + X(s)$$

$$\Rightarrow Y(s) = \frac{s}{s+1} E(s) + \frac{s}{s+1} X(s)$$

FILTRO PASSA ALTO



Se sommiamo l'errore di quantizzazione al segnale digitale convertito, otteniamo proprio il segnale analogico originario.

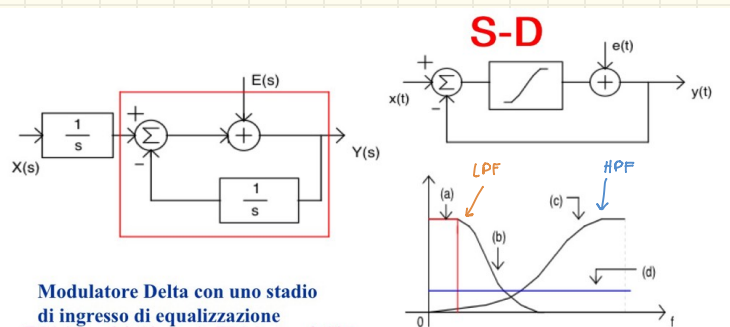
### Operazione sigma - delta

Siccome abbiamo fatto passare il nostro segnale attraverso un filtro passa alto, lo abbiamo "rovinato" e reso poco utilizzabile, anche se lo abbiamo shiftato a destra. Effettuiamo quindi l'operazione sigma delta: prima di passare il segnale al blocco con retroazione appena visto (filtro passa alto), lo facciamo passare attraverso un **integratore**.

Questo ha come effetto quello di moltiplicare  $X(s)$  per  $1/s$ , in modo da far **semplificare l'altro polo del blocco in retroazione**.

Ma **attenzione!**

Solo con il segnale  $X$  viene semplificata la  $S$  al numeratore, la  $s$  al **numeratore resta nell'errore**, e quindi abbiamo un **filtro passa alto per l'errore** (quello che ci serve) ed un **filtro passa basso sul segnale in ingresso**.



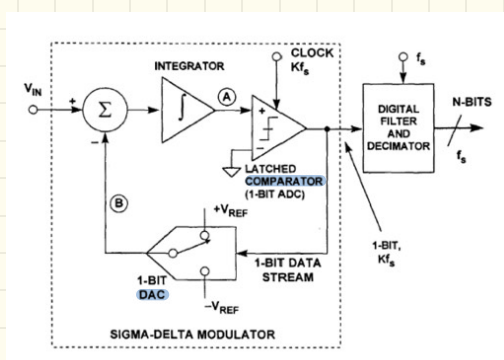
Modulatore Delta con uno stadio di ingresso di equalizzazione

$$Y(s) = \frac{1}{1+s} X(s) + \frac{s}{1+s} E(s)$$

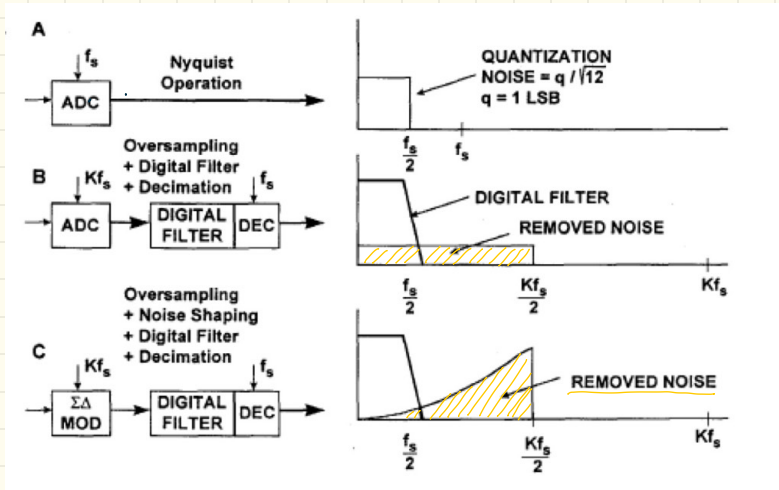
LPF segnale      HPF errore

Abbiamo separato il segnale dal rumore

Ci basta porre un **filtro passa basso** per recuperare il segnale che ci interessa.



#Domande esame

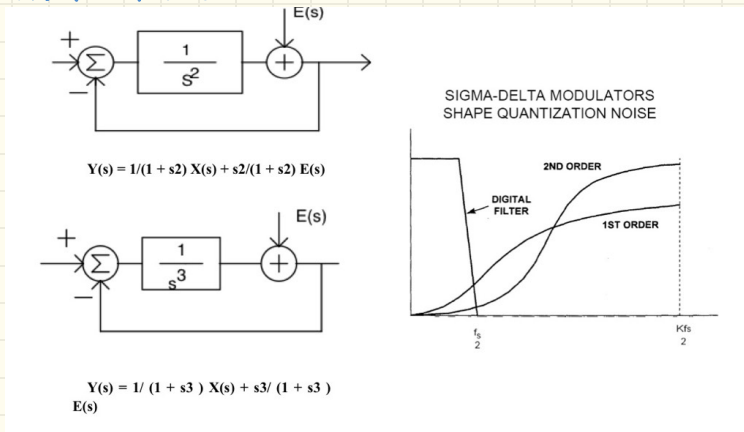


Non è stato detto in precedenza, però dopo aver "spalmato" l'errore grazie all'oversampling, applichiamo un **filtro passa basso**; visto che l'errore era stato spalmato da 0 a  $Kf_s/2$ , e prendiamo il LPF in modo da beccare le frequenze minori di quel valore, riusciamo ad abbassare il rumore.

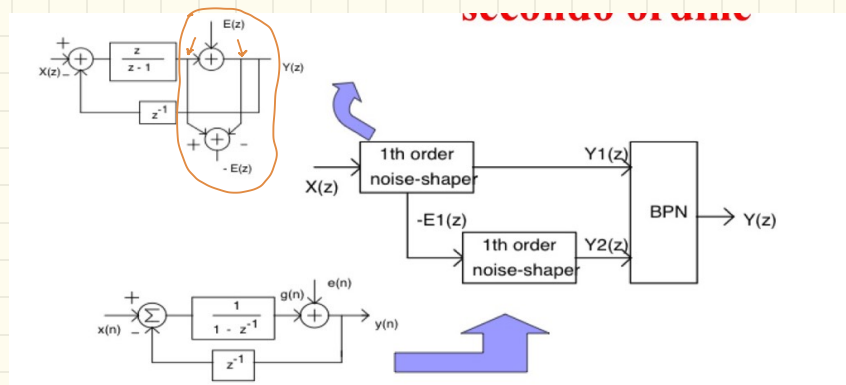
Con il noise shaping facciamo la stessa cosa di prima, solo che shiftiamo (**solo**) il rumore sulle alte frequenze con un passa alto, e poi applichiamo un filtro passa basso in modo da tagliare il rumore (che ormai si trova ad alte frequenze)

← TOP DI GAMMA

## AUMENTARE L'ORDINE



## MODULATORE DEL SECONDO ORDINE



\*  $z$  e la variabile DISCRETA

in questo tipo di modulatore preleviamo il valore del segnale **sia prima che dopo il nodo sommatore  $E(z)$**  e così facendo estrapoliamo il rumore di quantizzazione andando a sottrarre il segnale di dopo (di nodo sommatore) al segnale di prima (del nodo sommatore) Vol segno negativo.

Questo valore dell'errore viene **inviato in un altro modulatore sigma delta** che compie la stessa operazione del primo modulatore.

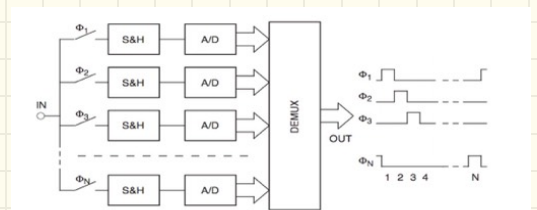
Entrambi i segnali risultanti  $Y1(z)$  ed  $Y2(z)$  vengono inviati ad un **BPN - Bit-Processing-Node** che ci permette di processare i due errori ed eliminare ulteriormente il rumore.

Questo modulatore viene spesso usato quando la banda del segnale è ben definita, e quindi in segnali audio.

## MODULATORI PER ALTISSIME FREQUENZE (GHz)

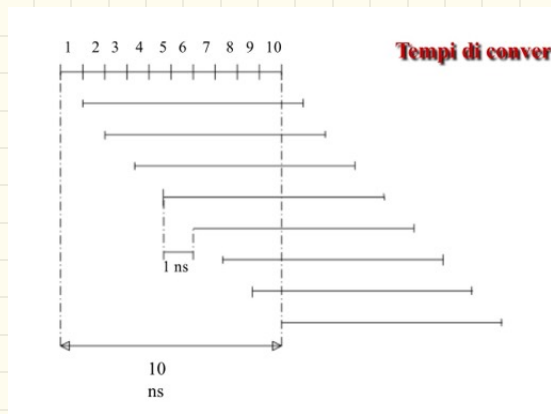
### ADC TIME INTERLEAVED

• Ciascun ADC campiona il segnale a fasi diverse



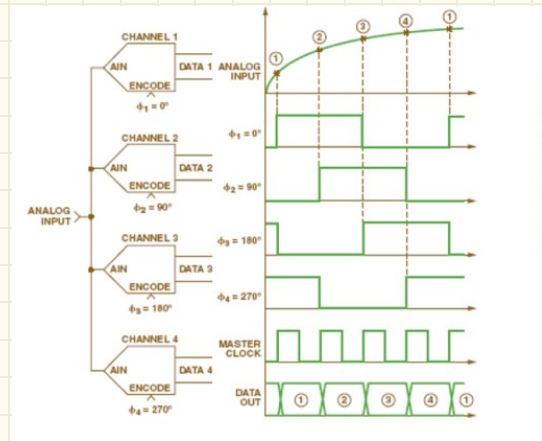
usiamo N convertitori che campionano il segnale **con un certo ritardo tra di loro** (a noi noto). In questo modo otteniamo una serie di campioni successivi dati dai diversi convertitori. Questi valori vanno in ingresso ad un demultiplexer. Maggiori sono i convertitori, maggiore sarà la frequenza con cui vengono prodotti i campioni.

Il demultiplexer cicizza gli ingressi in modo da leggere un solo input per volta. Questo è possibile perché **i convertitori sono sfasati tra di loro di un ritardo a noi noto** (che usiamo per triggerare il demux).



Anche se un singolo convertitore fa intercorrere 10ns tra un campione e l'altro, se mettiamo in successione 10 ADC (sempre da 10ns) possiamo ottenere un campione **ogni nano secondo (1ns)**.

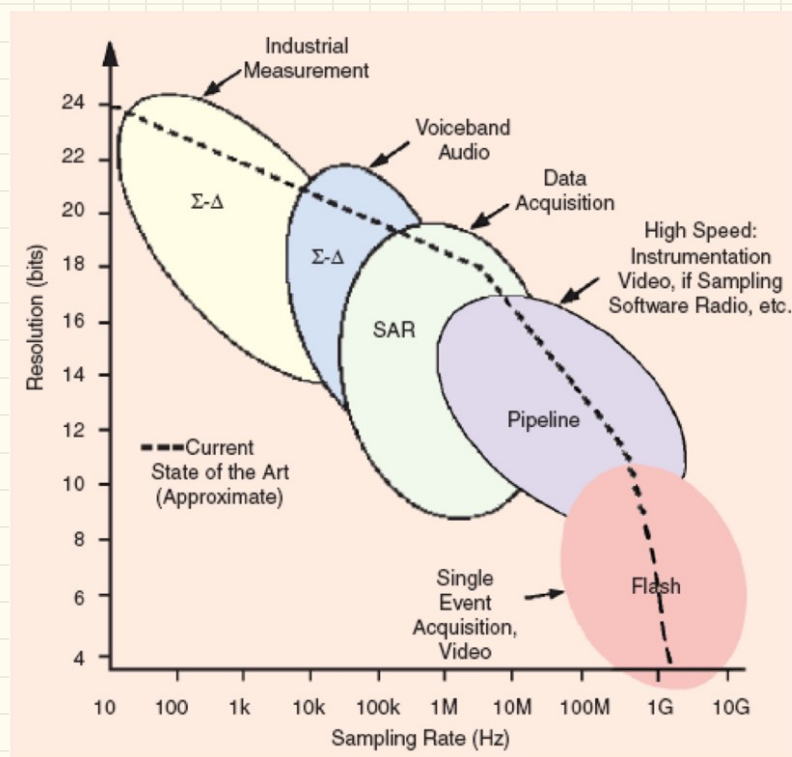
Un periodo di 10ns corrisponde a 100MHz, usando 10 ADC possiamo ottenere dei campioni ad 1GHz, ovvero 10ns.



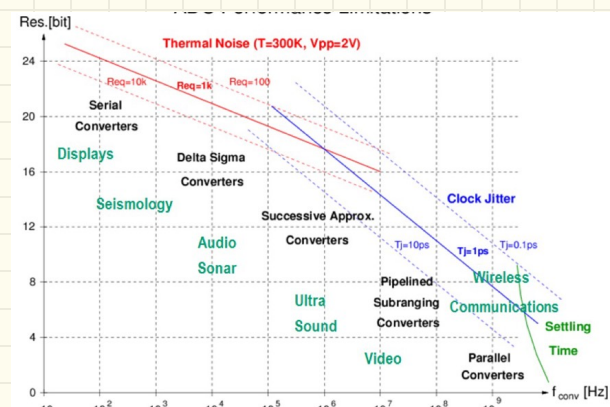
## PROBLEMI

Siccome stiamo campionando nell'ordine dei nanosecondi, la **temporizzazione è di fondamentale importanza**; se la dinamica strettamente temporizzata della macchina viene meno, è facile intuire che già a partire dal demux avremo problemi.

## RECAP ARCHITETTURE



Tecnica	Risoluzione	Velocità	Costi
Conversione Seriale	Alta >12 Bit	Bassa <1kHz	Bassi
Approssimazioni Successive	Media 8-14 Bit	Media <10MHz	Medi
Conversione Parallela	Bassa 6-10 Bit	Alta <100MHz	Alti
Sigma Delta	Alta >12 Bit	Bassa-Media <1MHz	Bassi



□ La scelta dell'architettura dipende dall'applicazione

## ERRORI PRIMA REL

- All'inizio riportare tensione NOMINALE 1V invece di 1.003V
- Riportare sempre 6 cifre significative
  - Misurazioni
  - Calcoli
  - Scarto tipo Sperim.
- Usare le formule dell'incertezza dello specifico strumento
- DIMOSTRARE la legge della propagazione incertezza:  $U_{Vo}^2 = \left(\frac{\partial V_o}{\partial V_{in}}\right)^2 \cdot (U_{vin})^2 + \dots$  53:39
- Verificare la compatibilità delle misure incertezze A COPPIE (INTERSEZIONI)

## SECONDA ESERCITAZIONE CURVE REGRESSIONE

- Descrizione del montaggio
- Evitare l'errore di parallasse
- Dopo aver alzato il limite di corrente dell'ALI è possibile aumentare la tensione
- Aumentare la tensione od 1V sul Voltmetro Analogico
- Misure "A scendere" per controllare isteresi
  - 5 salite
  - 5 discese
- Spiegazione Misure

MISURAZIONI

	V = 4V		V = 8V		V = 12V		V = 16V	
N.	V.C. [V]	E.A. [V]	V.C. [V]	E.A. [V]	V.C. [V]	E.A. [V]	V.C. [V]	E.A. [V]
MISURE IN SALITA								
1	3,08144E	-0,01855E	7,06032E	-0,03067E	12,2550E	-0,3560E	15,0460E	-0,0530E
2	3,08163E	-0,01836E	7,06048E	-0,03051E	12,2670E	-0,2070E	15,0460E	-0,05340E
3	3,08170E	-0,01820E	7,06053E	-0,03046E	12,2672E	-0,2072E	15,0033E	-0,0036E
4	3,08175E	-0,01815E	7,06067E	-0,03040E	12,2673E	-0,2073E	16,0456E	-0,0456E
5	3,08200E	-0,02200E	7,06087E	-0,03041E	11,0506E	-0,0403E	15,0067E	-0,0033E
MISURE IN DISCESA								
1	3,08172E	-0,01827E	7,06077E	-0,03022E	12,2674E	-0,2074E	15,0472E	-0,0527E
2	3,08210E	-0,03210E	7,06070E	-0,03023E	12,2674E	-0,2074E	15,9902E	-0,0033E
3	3,08212E	-0,03212E	7,92030E	-0,07969E	12,0001E	-0,0001E	15,0470E	-0,0529E
4	3,08217E	-0,03217E	6,02041E	-0,2041E	12,1073E	-0,1073E	15,9905E	-0,00340E
5	3,08200E	-0,03200E	8,02060E	-0,02060E	12,0004E	-0,0004E	15,0000E	-0,0030E

- Guida analisi regressione del sito del prof 1:28

- Visualizzo eq grafico e vis. valore  $R^2$  1:32

Lo  $S_{xy}$  [V] ← ha unità di misura

Valore più basso

Valore più alto

- Classe strumento:

$$C = \frac{|\max(E_i)|}{FS(\text{Analogico} = 30V)} \cdot 100 \approx [2, 2.5, 3]$$

Approx per eccesso