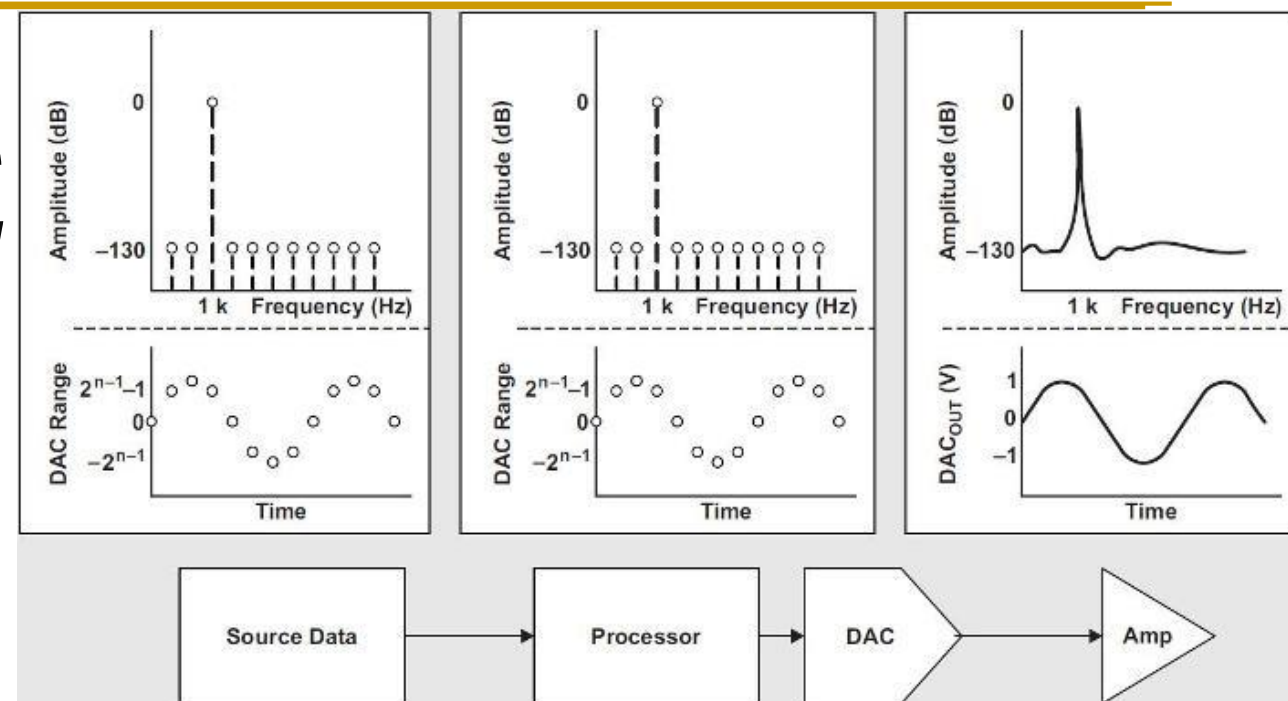




DAC ⚡ ADC



Orazio Santonocito

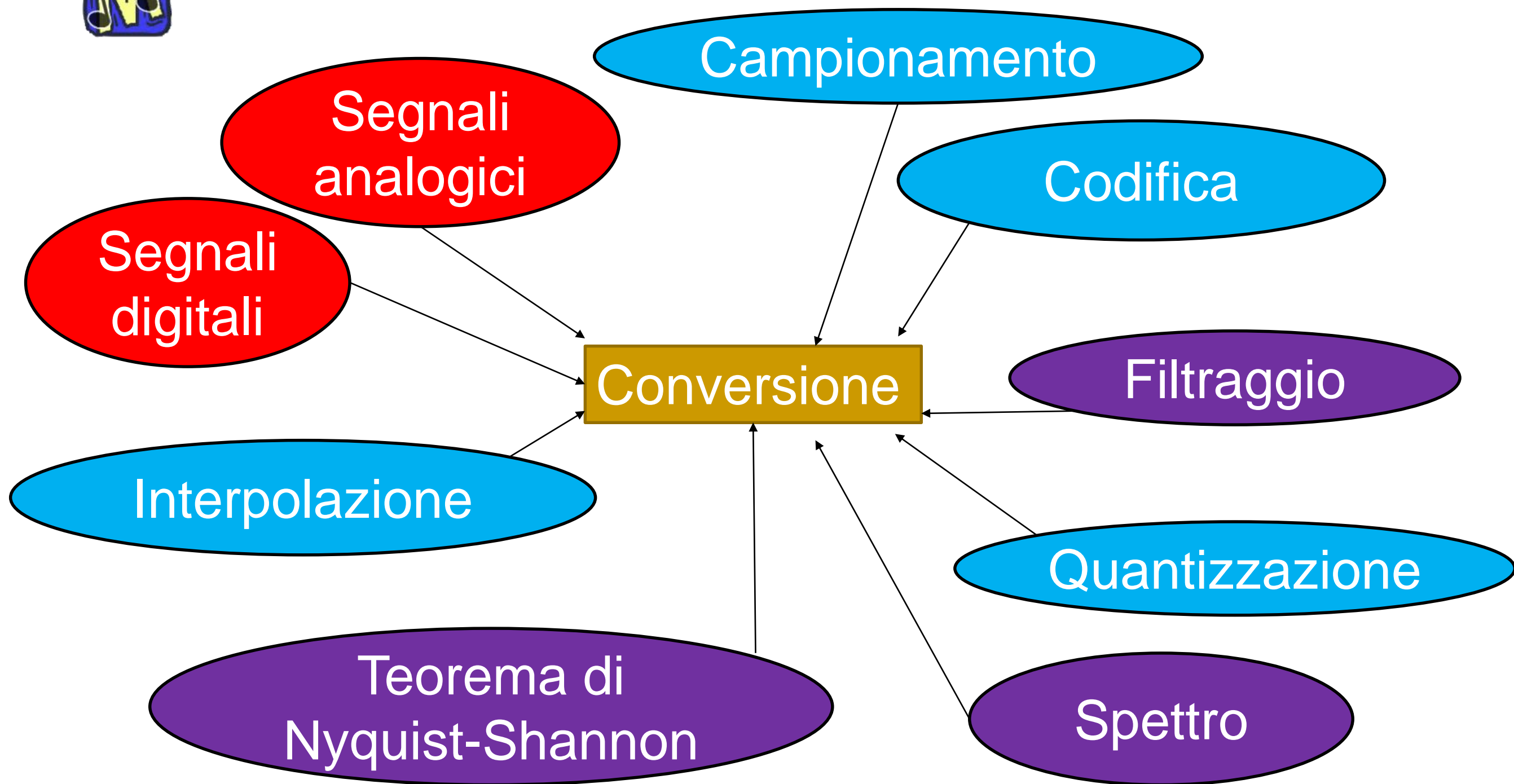


Indice

- Introduzione alla conversione.
- Elementi fondamentali per la conversione analogico-digitale.
- Funzionamento circuiti ADC.
- Elementi fondamentali per la conversione digitale-analogica.
- Funzionamento circuiti DAC.
- Linee guida per la simulazione di un DAC in ambiente Spice.



Introduzione alla conversione





Introduzione alla conversione

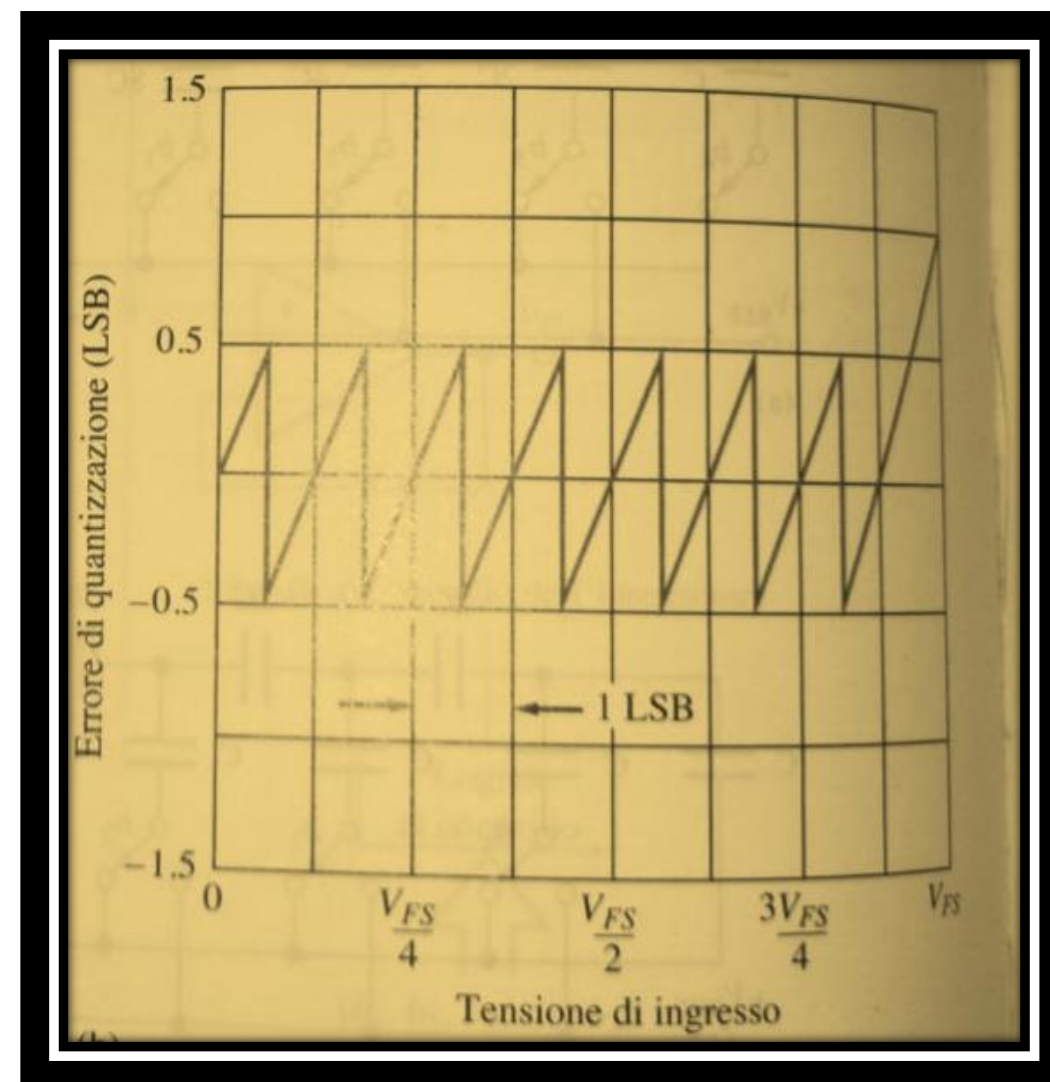
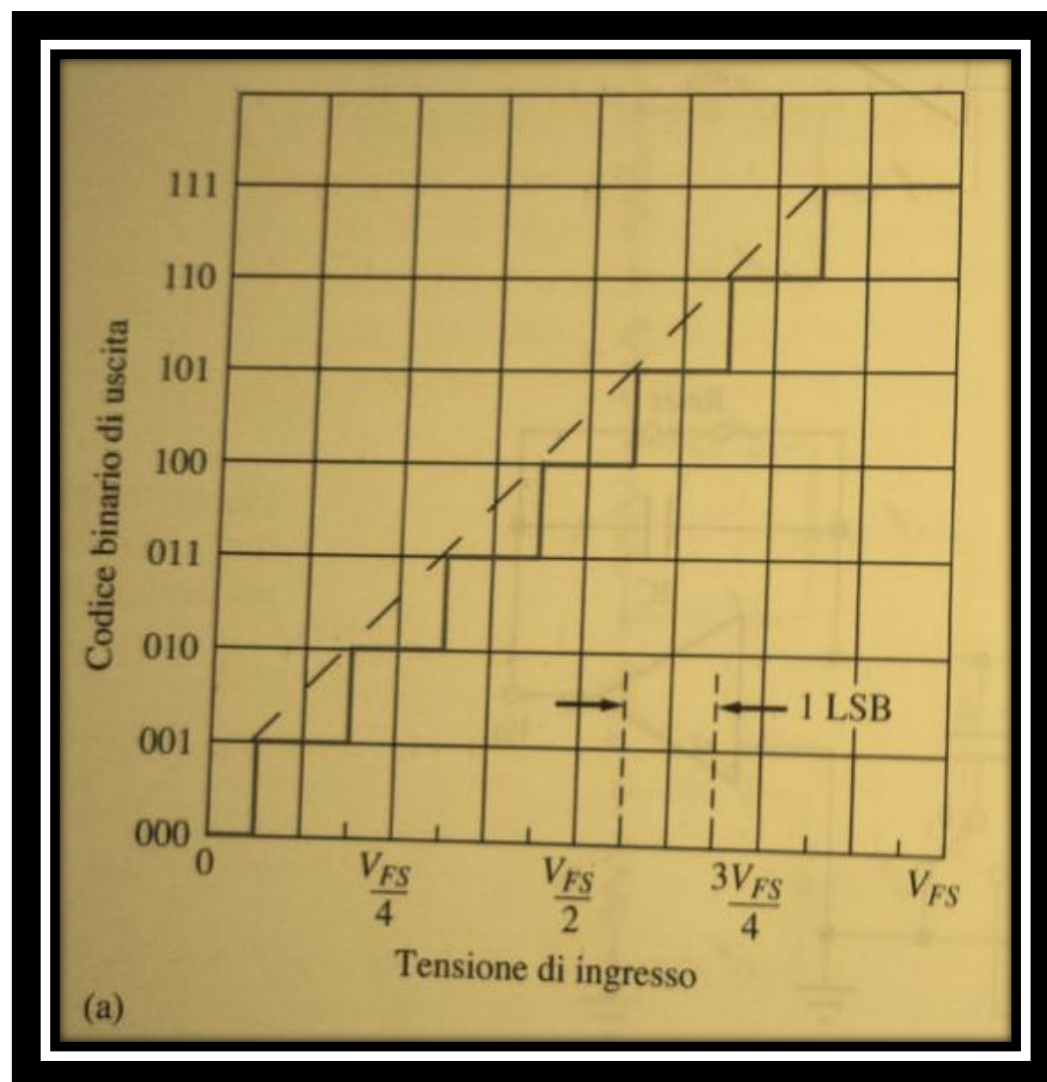
DALLA REGISTRAZIONE ALLA RIPRODUZIONE:

- 1)Trasduzione del segnale analogico attraverso un dispositivo traduttore.
- 2)Fase di preamplificazione ed amplificazione necessarie per far sì che il segnale prodotto dal trasduttore (poco intenso) sia in grado di pilotare le componenti hardware successive necessarie per la lavorazione del segnale (una variazione molto piccola di tensione non è in grado di produrre una potenza tale da permettere il funzionamento di altre componenti hardware).
- 3)Il filtraggio antialiasing è di fondamentale importanza per limitare la banda e dunque identificare una frequenza di Nyquist finita, che ci permetta di stabilire un rate di campionamento che non porti alla sovrapposizione delle repliche dello spettro bilatero associato al segnale, quando questo verrà campionato (secondo quanto enunciato dalle formule di Poisson).
- 4)Trasformazione del segnale analogico in un segnale digitale mediante un ADC(Convertitore analogico-digitale) attraverso tre fasi fondamentali: campionamento, quantizzazione e codifica.
- 5)Memorizzazione su un supporto fisico.
- 6)Trasformazione del segnale digitale nel corrispondente segnale analogico mediante un DAC(Convertitore digitale-analogico) attraverso un processo di interpolazione.
- 7)Il filtraggio smoothing (smussante) è di fondamentale importanza per tagliar fuori dallo spettro del segnale ricostruito contenuti armonici ad altissima frequenza che nascono dal processo di interpolazione per impulsi (per sua natura un impulso ha variazioni molto veloci che ne contraddistinguono le transizioni da alto a basso e viceversa e dunque, immaginandone l'analisi in frequenza, introduce componenti armoniche ad alta frequenza che renderebbero il suono pieno di stridii metallici).
- 8)Infine si passa ad una fase di amplificazione e riproduzione grazie rispettivamente a dei circuiti di amplificazione e ad altoparlanti.



Elementi fondamentali per la conversione analogico-digitale

- Errore di quantizzazione (fase di quantizzazione):





Elementi fondamentali per la conversione analogico-digitale

- **Errori di natura circuitale (in A/D e in D/A):**
 - **ERRORE DI LINEARITA' INTEGRALE:** è una misura della deviazione dell'uscita del convertitore dalla linea retta che meglio interpola i valori della tensione di uscita. Questo errore viene di solito indicato in termini di frazioni di LSB o come percentuale della tensione di fondo scala.
 - **ERRORE DI LINEARITA' DIFFERENZIALE:** è la massima differenza tra l'incremento effettivo di una tensione e l'incremento ideale di 1 LSB. L'errore di linearità integrale, per un assegnato ingresso, è la somma degli errori di linearità differenziale di tutti gli ingressi precedenti fino a quello considerato.
 - **ERRORE DI GUADAGNO:** rappresenta la differenza tra il valore effettivo di tensione in uscita ed il valore che idealmente avremmo dovuto ottenere se tutte le transizioni fossero state interpolate da un'unica retta: quella del convertitore ideale. Come guadagno si intende la pendenza della retta passante per due punti di transizione (ideale). Un discostamento da tale retta rappresenta graficamente proprio l'errore.
 - **ERRORE DI OFFSET:** è la misura del surplus di tensione che occorre applicare a partire da 0 V per ottenere la prima transizione (000 => 001).
 - **CODICE MANCANTE:** è una forma di errore che consiste nell'assenza di una word e dunque nella presenza di un salto di ampiezza maggiore nella transcaratteristica.



Funzionamento circuiti ADC

Funzionamento in breve:

- La tensione in incognita V_x è connessa ad un ingresso, la tensione di riferimento, variabile nel tempo, è connessa all'altro ingresso. Se l'ingresso V_x è maggiore della tensione di riferimento l'uscita è alta e corrisponde al valore logico 1, altrimenti è bassa e corrisponde al valore logico 0. Nell'effettuare la conversione, la tensione di riferimento viene variata finché non raggiunge l'ingresso, entro l'errore di quantizzazione. Idealmente, il convertitore sceglie un insieme di coefficienti binari **b_i** in modo tale che la differenza tra l'ingresso incognito ed il valore quantizzato sia minore o uguale a 0.5 LSB. In altre parole, **b_i** viene scelto in modo che:

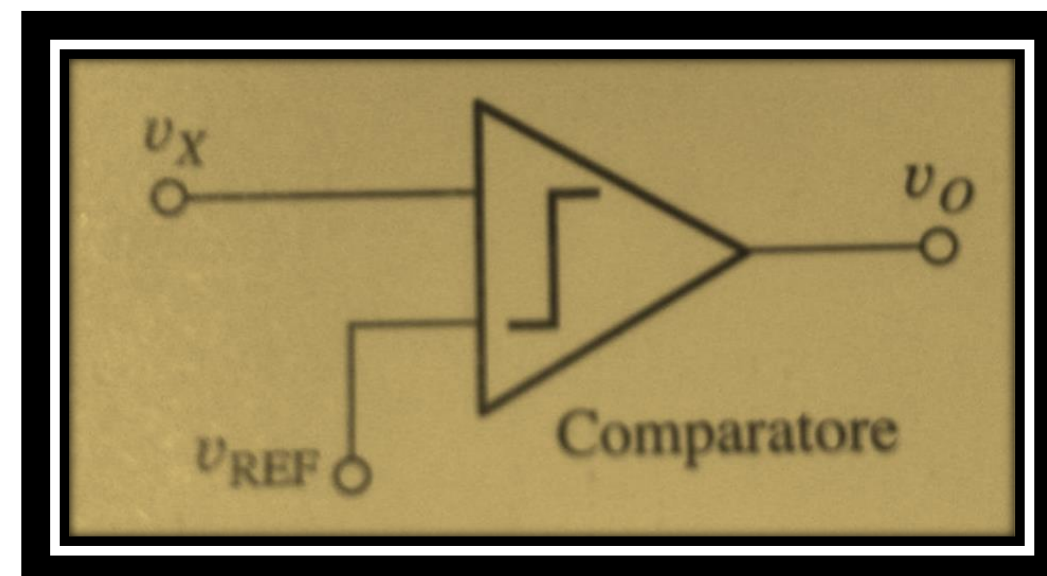
$$|V_x - V_{fs} \times \sum_1^n b_i \times 2^{-i}| < V_{fs} \div 2^{n+1}$$

- La differenza tra il modo di funzionare dei diversi tipi di convertitori risiede nella tecnica utilizzata per variare la tensione di riferimento al fine di determinare l'insieme dei coefficienti $\{B_i, i = 1, \dots, n\}$

Il comparatore (usato sia in A/D che in D/A):

Se $V_x > V_{ref} \rightarrow V_o$ sarà alta \rightarrow varrà 1

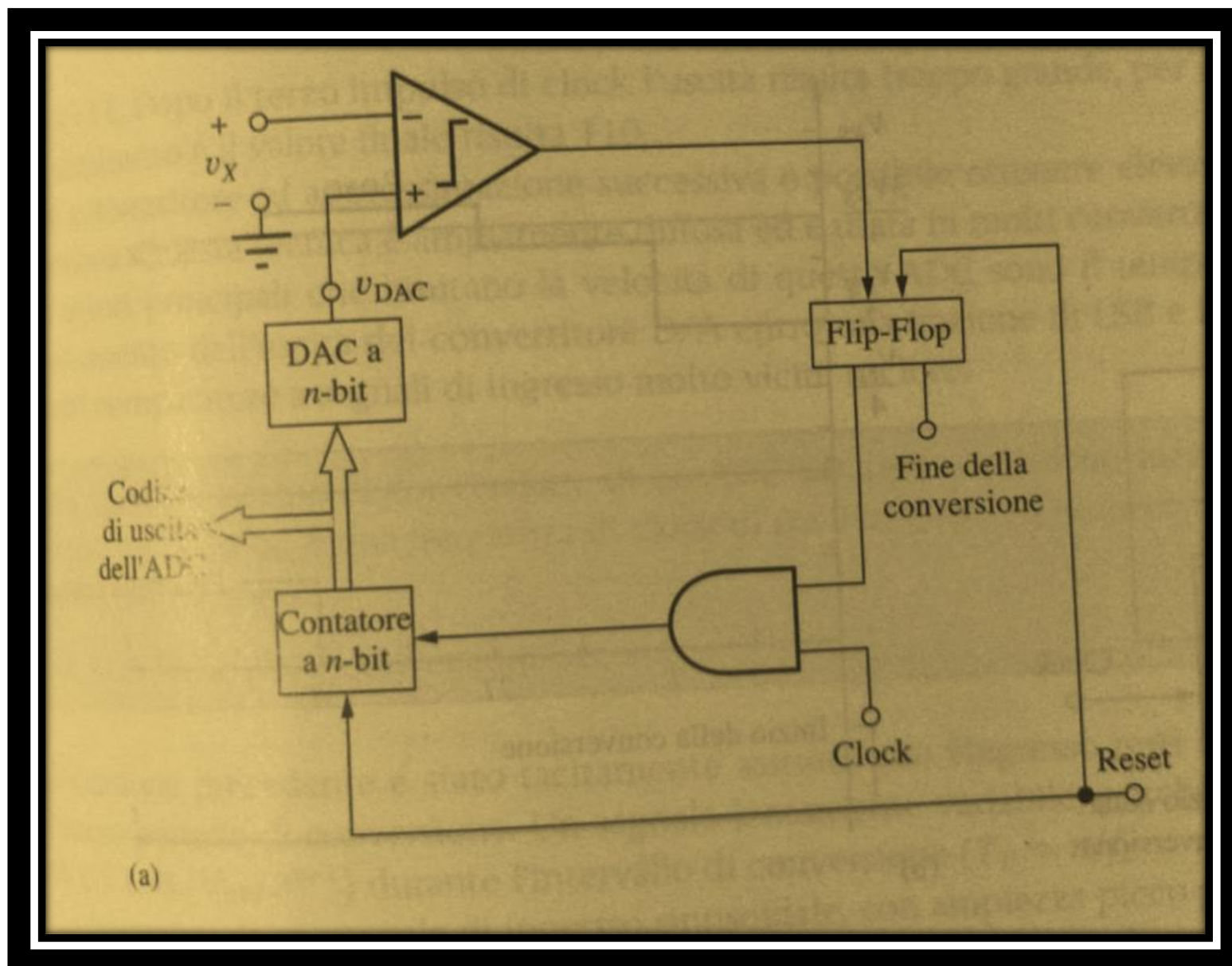
Se $V_x < V_{ref} \rightarrow V_o$ sarà bassa \rightarrow varrà 0





Funzionamento circuiti ADC

■ Convertitore a contatore:



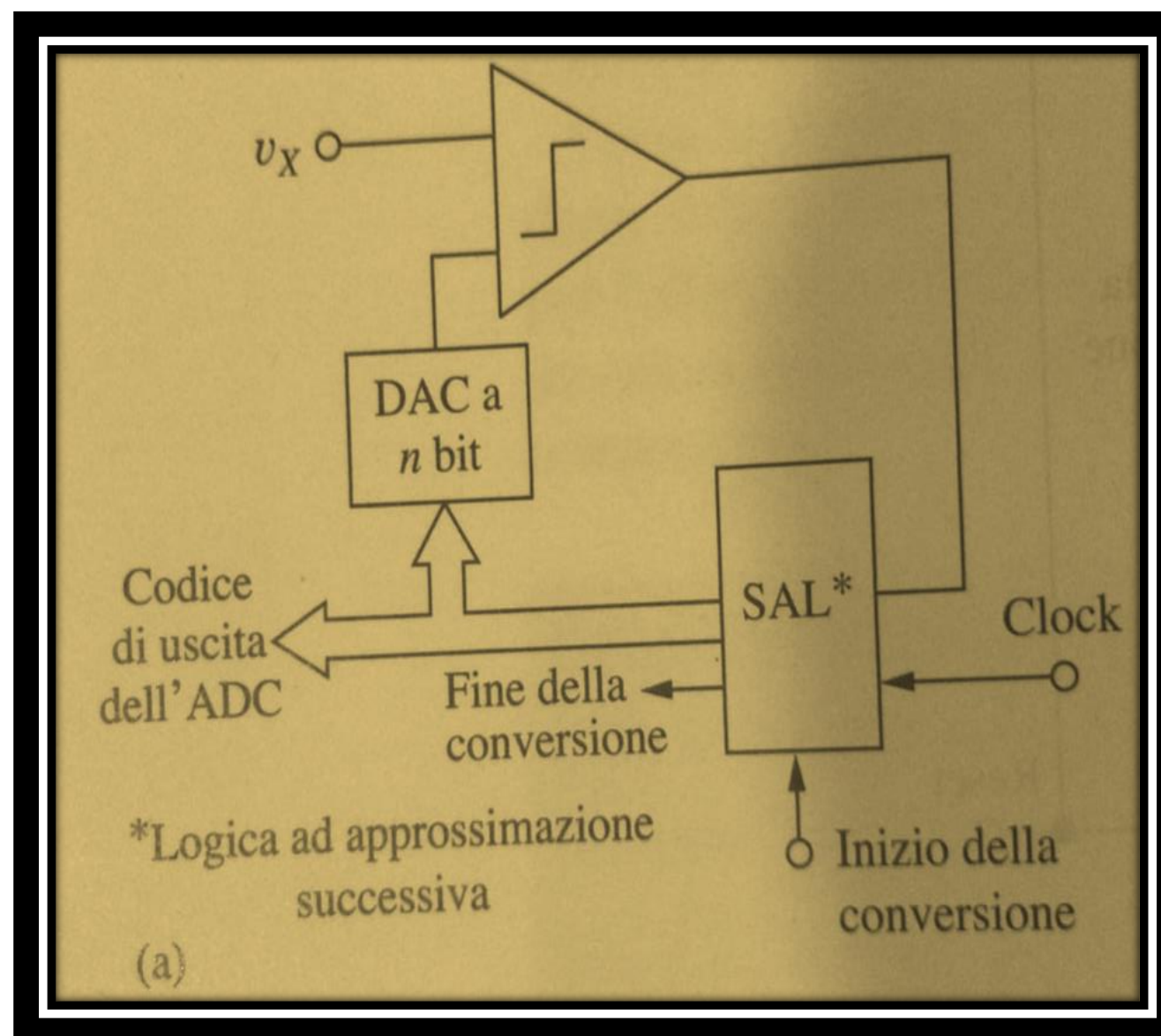
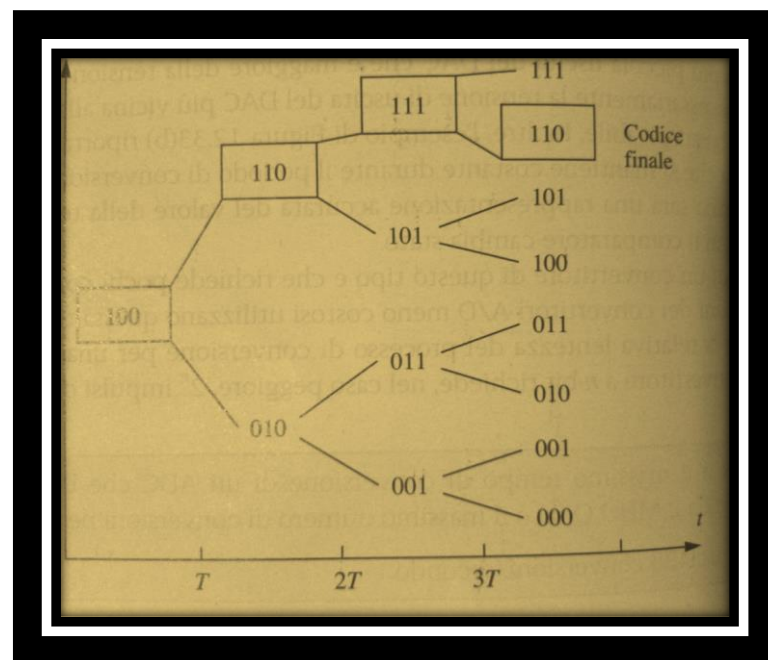
- ➔ Comparatore
- ➔ Flip-flop
- ➔ Porta AND
- ➔ Clock
- ➔ Contatore
- ➔ DAC a N-bit
- ➔ Control signals



Funzionamento circuiti ADC

■ Convertitore ad approssimazione successiva:

- Comparatore
- Clock
- DAC a N-bit
- Control signals
- Logica di calcolo





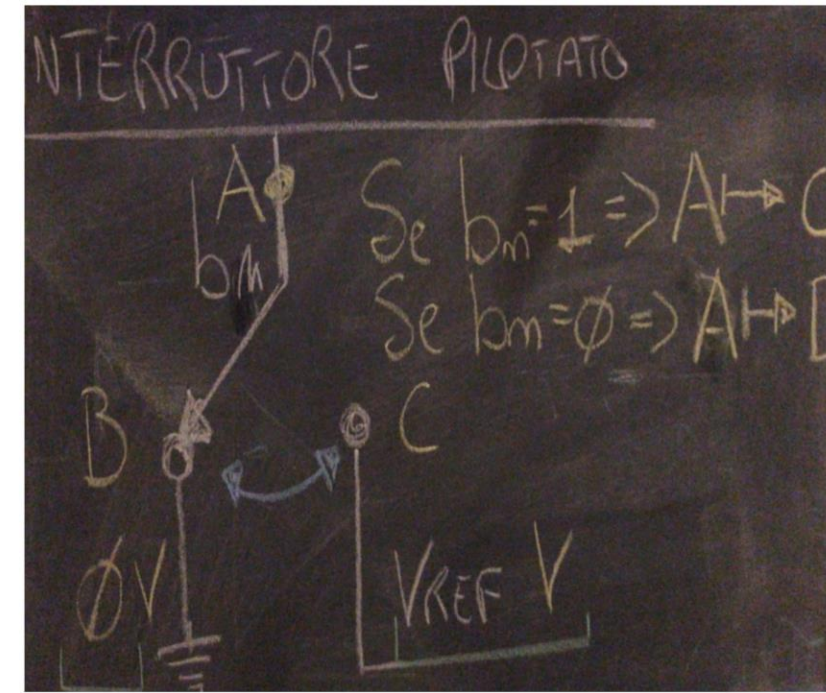
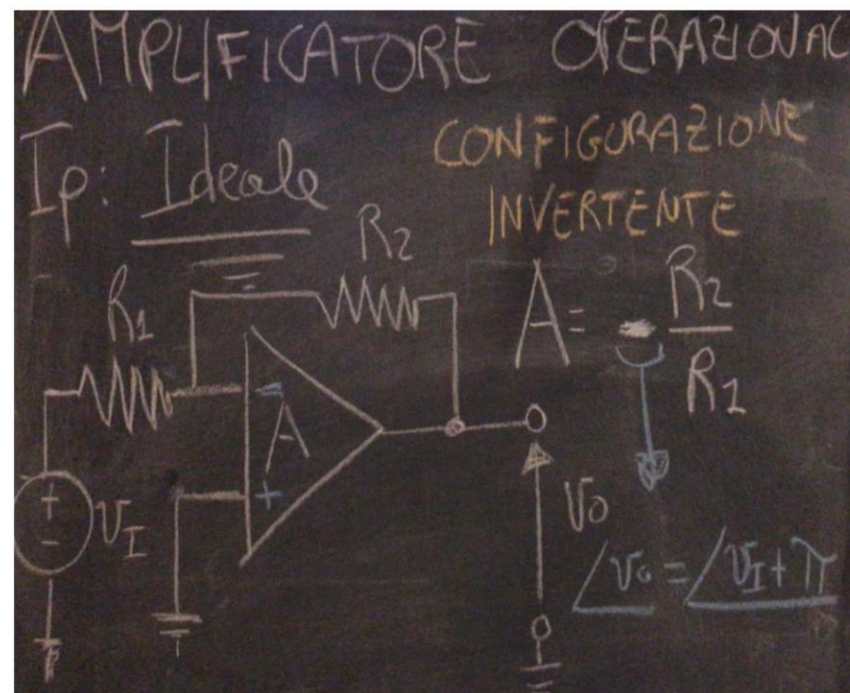
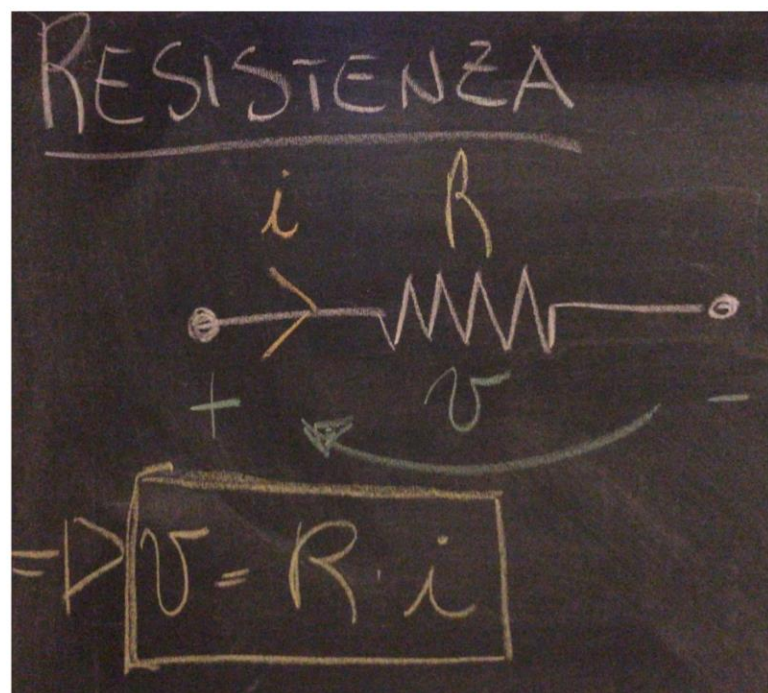
Elementi fondamentali per la conversione digitale-analogica

- Stessi errori di natura circuitale.
- Componenti circuitali utilizzati:

➔ Resistori

➔ Amplificatore

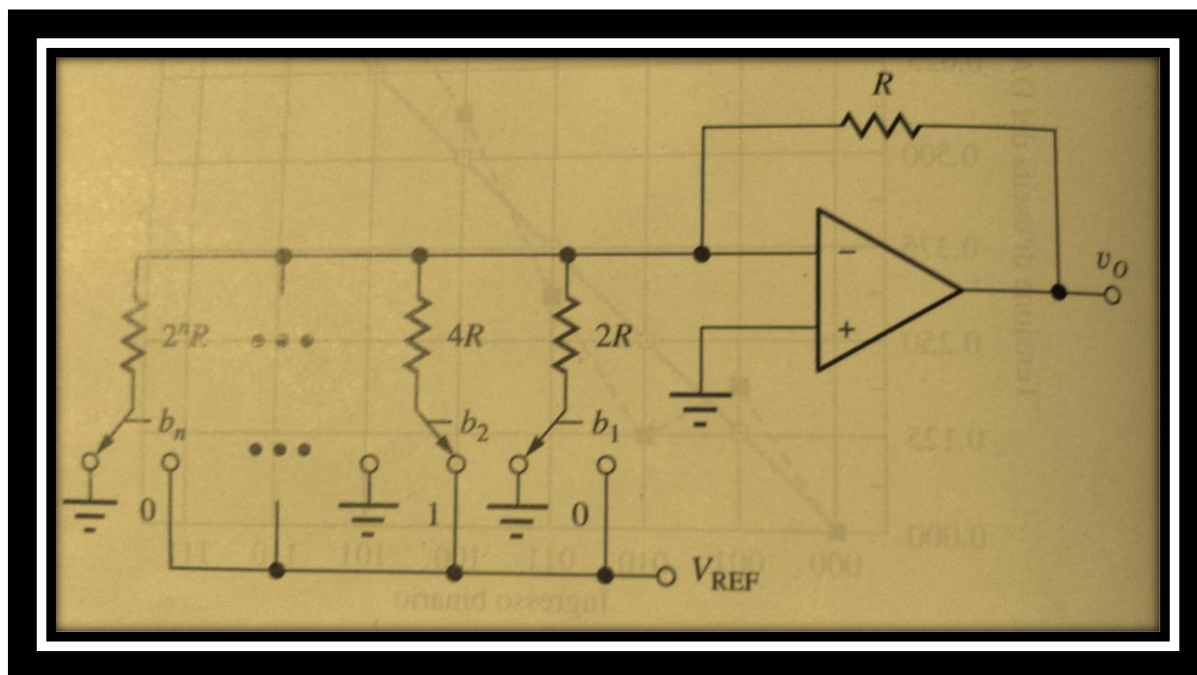
➔ Switch



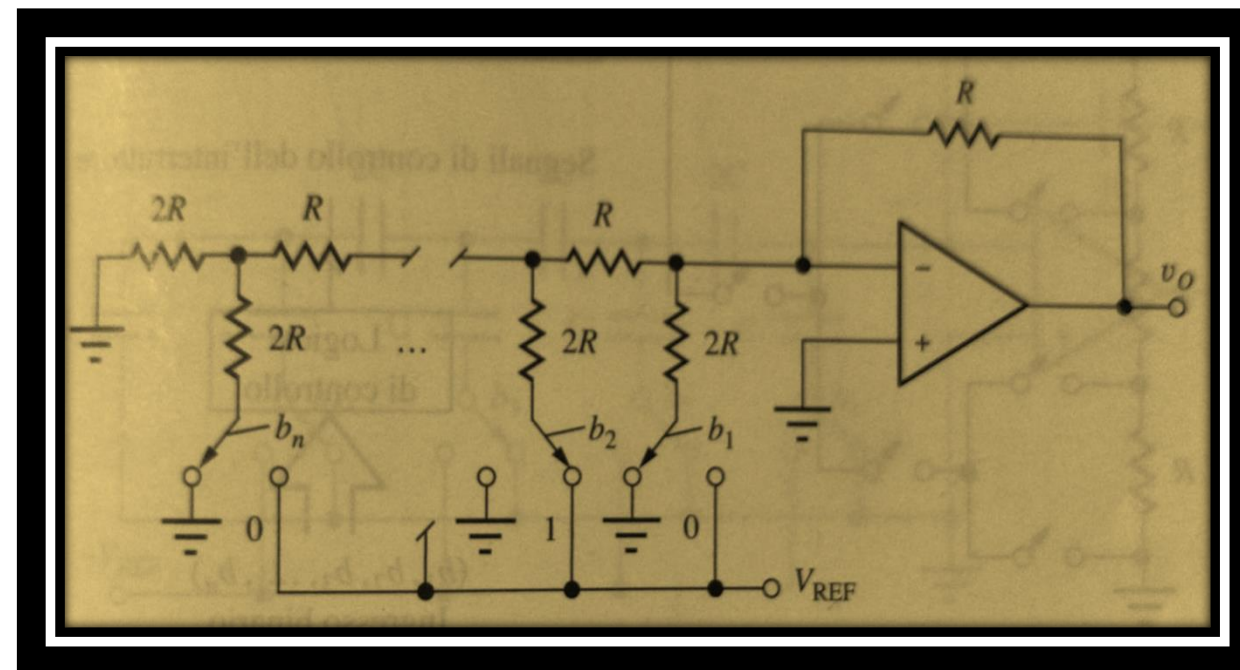


Funzionamento circuiti DAC

→ DAC a resistori scalati:



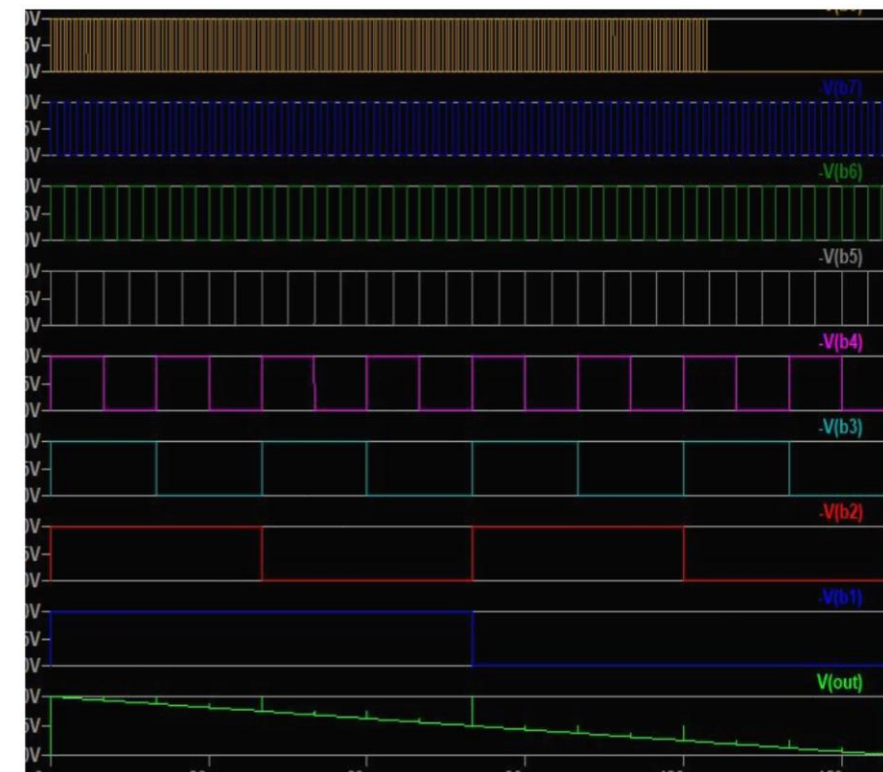
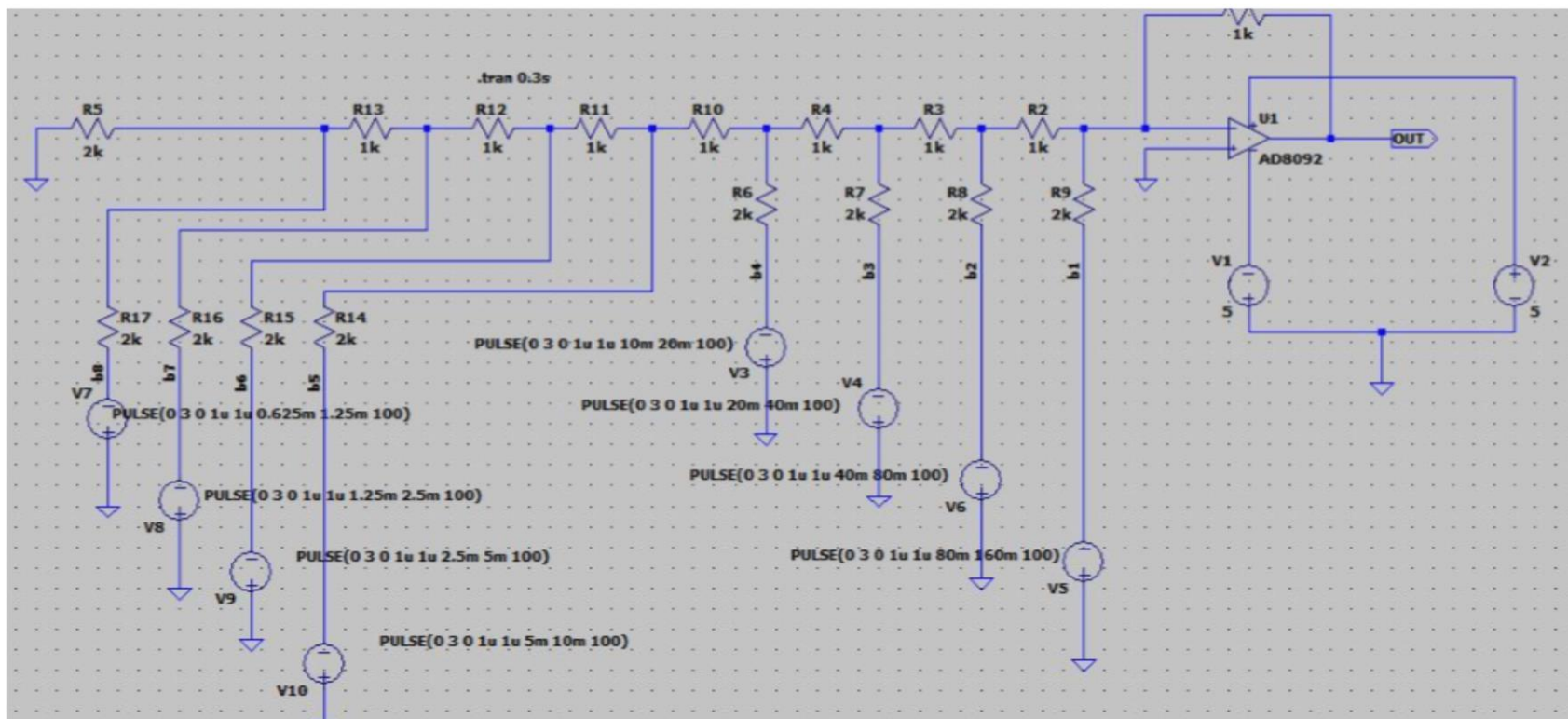
→ DAC con rete R-2R:





Linee guida per la simulazione di un DAC in ambiente Spice

- È possibile attraverso alcuni stratagemmi riuscire in maniera semplice a simulare un DAC con rete R-2R. Per chi non sapesse cosa sia LTSpice, in breve possiamo descriverlo come un ambiente di simulazione di componenti circuitali con specifiche caratteristiche (del tutto analoghe a quelle di acquisto fornite nel mondo reale) di funzionamento in grado di simulare un circuito in termini di analisi transitoria e risposta in frequenza (mediante la rappresentazione in Diagrammi di Bode). Questo tool permette di approcciare alla costruzione del circuito desiderato mediante o l'utilizzo di un'interfaccia grafica o l'utilizzo di script (file con estensione ".cir") contenenti, secondo una specifica sintassi, le direttive per la generazione automatica del circuito desiderato.





Conclusioni

«Tutte le cose sono belle in sé, e più belle ancora diventano quando l'uomo le apprende. La conoscenza è vita con se ali.»

(Khalil Gibran)



E-mail: orazio1997@outlook.it

GRAZIE PER L'ATTENZIONE