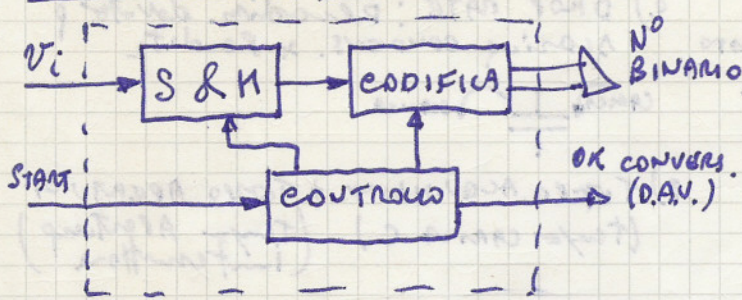


CONVERSIONE A/D

E. TOMBELLI

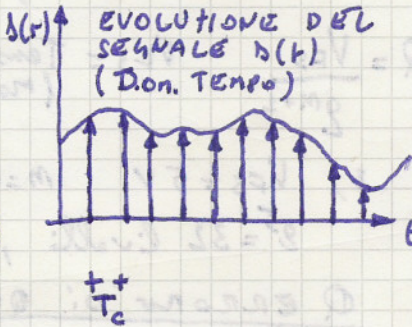
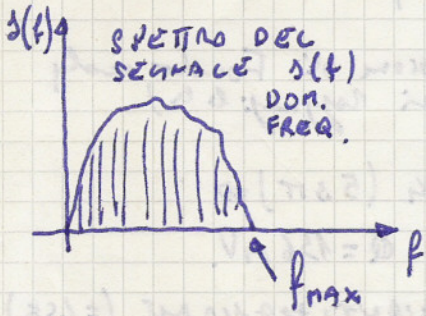
CONVERSIONE A/D ⇒ 2 FASI



1) CAMPIONAMENTO E TENUTA (S&H)

2) CODIFICA

TEOR. DI SHANNON.



CAMPIONAMENTO:

Acquisizione del segnale $v_i(t)$

A intervalli regolari

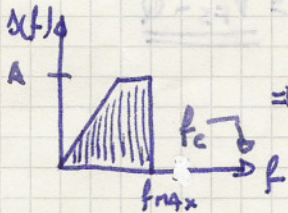
del tempo con periodo T_c

$T_c =$ periodo di CAMPIONAM.

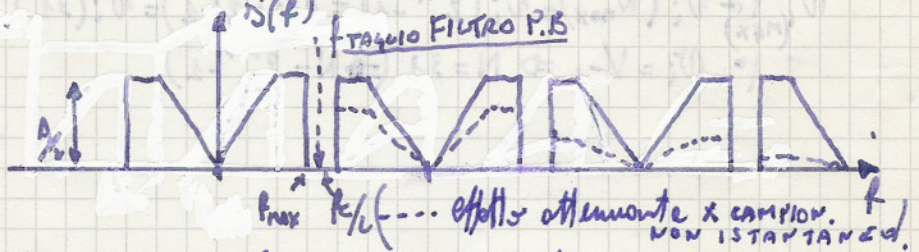
$$f_c = \frac{1}{T_c} = \text{freq. " "}$$

TEOR. SHANNON. È possibile ricostruire il segnale in modo fedele a partire dai suoi campioni se $2 \cdot f_{\text{MAX}} \leq f_c$

⇒ I CAMPIONI COSÌ OTTENUTI HANNO UN CONTENUTO INFORMATIVO SUFFICIENTE A RICOSTRUIRE IL SEGNALE ORIGINALE.



SPETTRO DEL SEGNALE CAMPIONATO

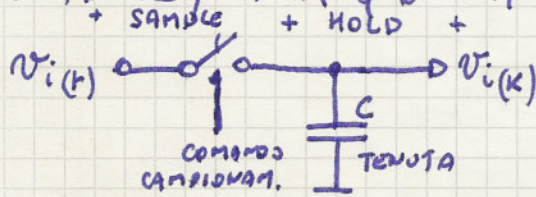


NB A) SE $2f_{\text{MAX}} > f_c \Rightarrow$ le componenti frequenziali $> \frac{f_c}{2}$ vengono perse.

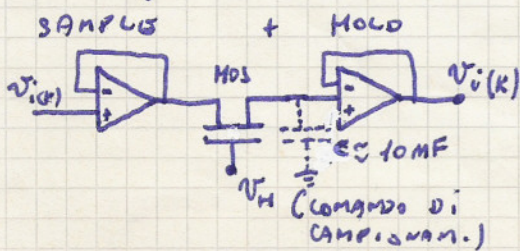
B) Per recuperare il segnale basta "FILTRARE" i campioni con un filtro PB di $f_c = f_{\text{MAX}}$ (comunque $< f_c/2$) [f_c freq. di TAGLIO]

SAMPLE & HOLD. (S & H)

serve a campionare il segnale e mantenerlo costante per tutta la durata della conversione.



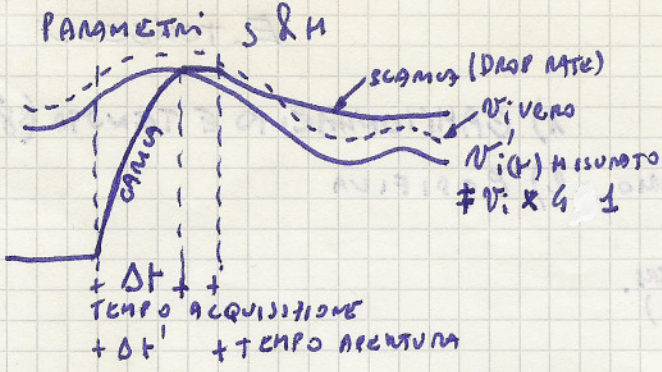
SCHEMA REALE/ DI PRINCIPIO



$C =$ Capacità di ingresso del Buffer unitario (Piccola \times rendere veloce il carico/scarica)

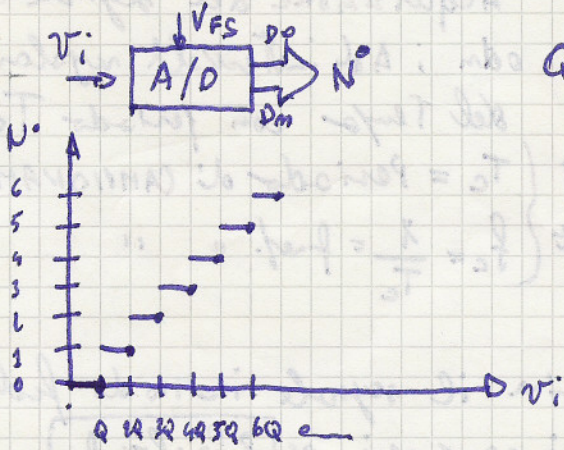
$V_H =$ ATTIVA (APRE) il Transistor MOS che fa da interruttore.

BUFFER UNITARIO ISOLANO il S & H dall resto del sistema.



- 1) GAIN ACCURACY ≠ 1
QUADRO BUFFER = 1 (RANGE ≠ 1)
- 2) DRIF RATE: periodim. dovuto a scaring converg. x Pendite
CAMERA \neq SCANNO
- 3) TEMPO ACQUISIZIONE ≠ TEMPO APERTURA
(TEMPO CAMERA C) (TEMPO APERTURA interruzione)

● CONVERSIONE A/D (si possono in segnale di ingresso costante)
- QUANTITAZIONE. (Assunzione q valori analogi, codici numerici BINARI)



$$Q = \frac{V_{FS}}{2^{M+1}} \quad V_{FS} = \text{Tensione di Fondo scala (Mai raggiunti: 6 e)}$$

3) $V_{FS} = 5V \quad M = 4 \text{ (5 bit)} \Rightarrow 2^5 = 32 \text{ livelli, } Q = 156 \text{ mV.}$

Q ERRORI DI QUANTITAZIONE (= LSB)

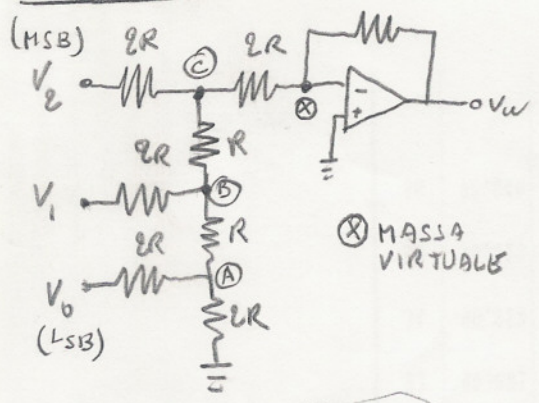
Q è equo al LSB.

- NB
- $V_i(N) = N \cdot Q$
 - $V_i(N_{max}) = V_i(2^{M+1} - 1) = V_i(2^5 - 1) = V_i(31) = 4,843V = \underline{\underline{V_{FS} - Q}}$
 - $V_i = V_{FS} \Rightarrow N = 31 \Rightarrow N = 2^{M+1} - 1$

CONVERTITORE DA CON RETE A SCALA R/R

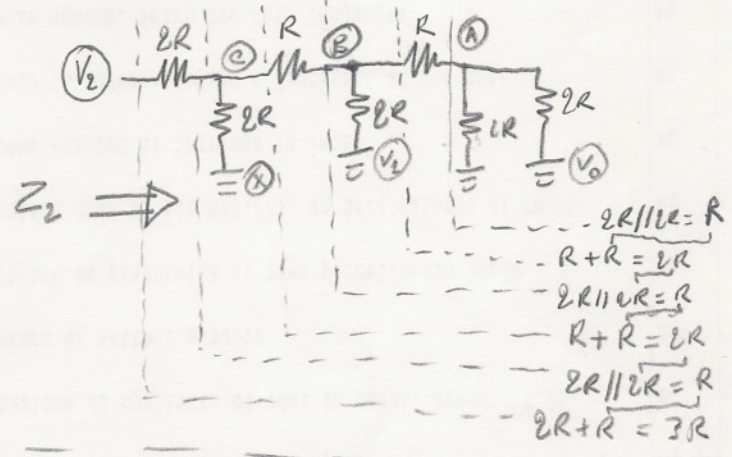
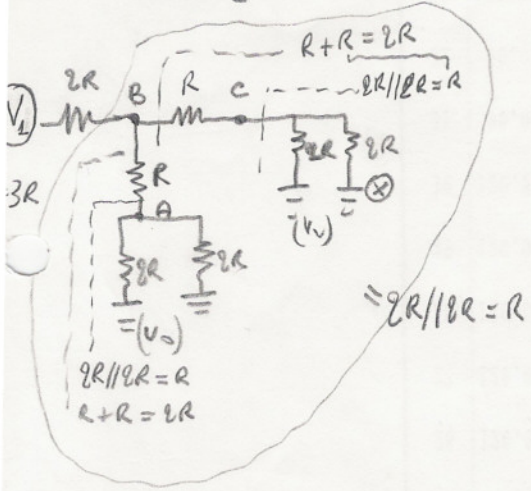
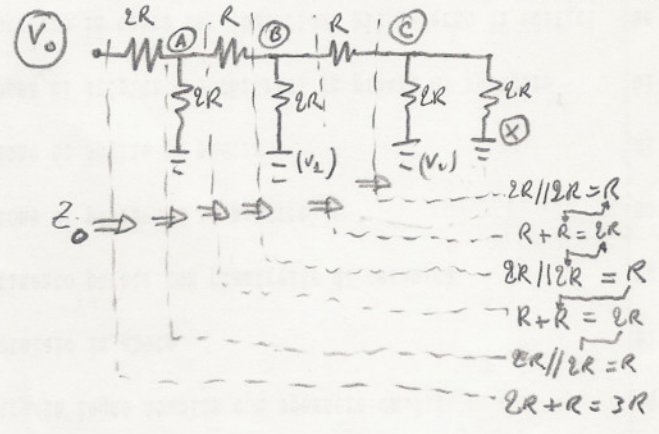
L. 10/15/2011

5) 3 BIT

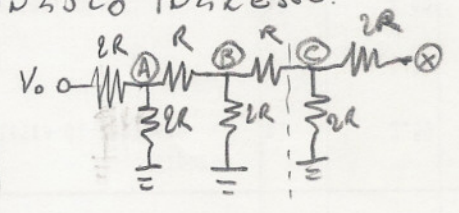
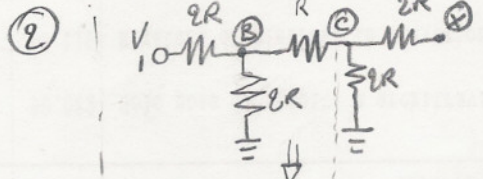
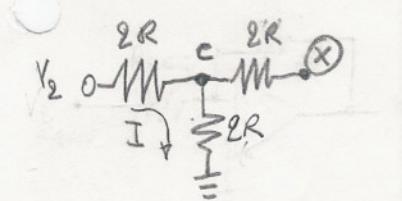


NB OGNI INGRESSO V_i ($i=0,1,2$)
VEDE LA STESSA IMPEDENZA DI
INGRESSO ($3R$)

INFATTI (X THEVENIN SI CORTOCIRCUITAMO LA MASSA
GLI INGRESSI; E SCLUSO QUELLO IN USATA)

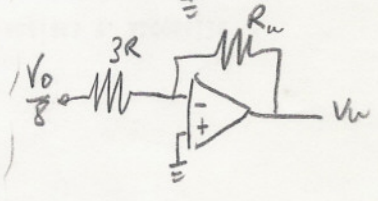
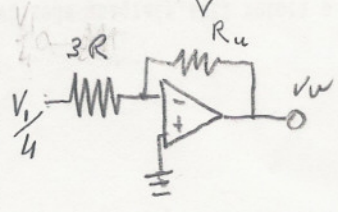
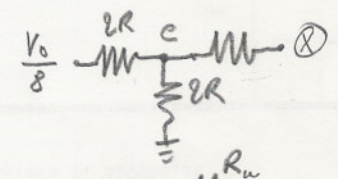
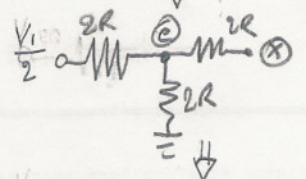
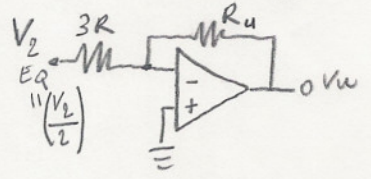


UTILIZZANDO THEVENIN POSSIAMO TRASFORMARE LA RETE DI INGRESSO PER
CALCOLARE IL GUADAGNO RELATIVO AD OGNI SINGOLO INGRESSO.



$V_{2EQ} = V_c = \frac{V_2}{2}$

$R_{eq} = 2R + 2R // 2R = 3R$



$G_2 = \frac{V_w}{V_2} = \frac{V_w}{2V_{2EQ}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{R_u}{3R} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3} \right)$

$G_1 = \frac{V_w}{V_1} = \frac{V_w}{4V_{1EQ}} = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{3} \right)$

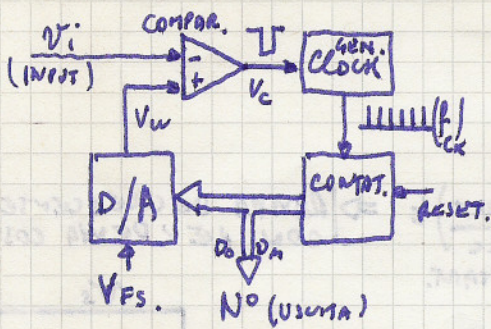
$G_0 = \frac{V_w}{V_0} = \frac{V_w}{8V_{0EQ}} = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{3} \right)$

PSE $\Rightarrow V_w = G_{10} V_0 + G_1 V_1 + G_2 V_2 = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{8} V_0 + \frac{1}{4} V_1 + \frac{1}{2} V_2 \right) = \frac{1}{3} \left(\frac{V_0 + 2V_1 + 4V_2}{8} \right)$

CONVERTITORI A/D

E. TOMBEU

CONVERTITORI A GRADINATA



Reset \Rightarrow Aumentamento costante $\Rightarrow N^0 = 0 \Rightarrow V_w = 0 (V_{FS})$
 All'Alimentazione \Rightarrow clock genera impulsi \Rightarrow incremento del contatore \Rightarrow Aumento proporzionale della V_w
 TUTTO SI FERMA (CONV. OK) quando $V_w > V_i$

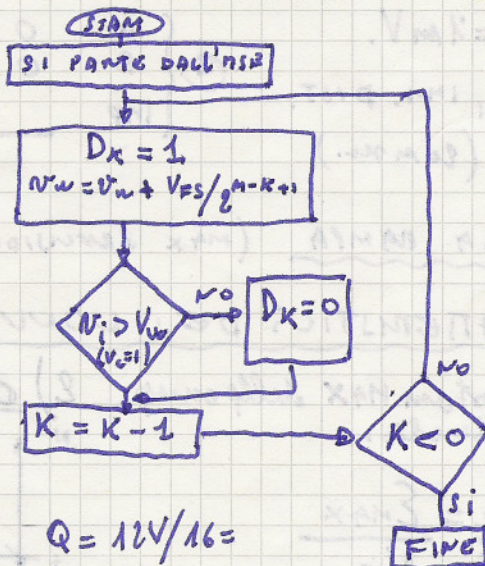
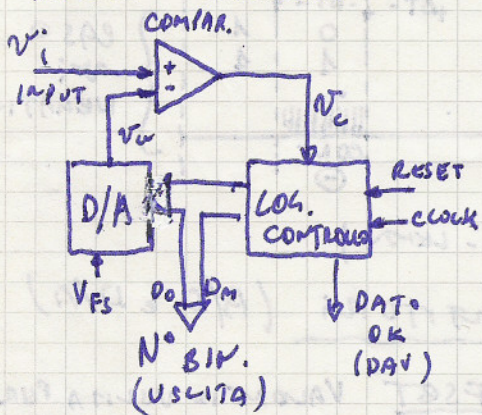
NB. $T_{conversione} = T \cdot N_{impulsi} = \frac{1}{f_{clk}} \cdot \frac{V_i}{V_{FS}} = \frac{V_i (2^M - 1)}{f_{clk} \cdot V_{FS}}$ s. $f_{clk} = 5 \text{ kHz}$ $M = 7$ (8 BIT)

Prognosi: è semplice

Difetti: poco preciso, il T_{conv} dipende da V_i (lento)

$T_{conv max} = \frac{255}{510^3} = 51 \text{ ms}$
 ($V_i = V_{FS}$)

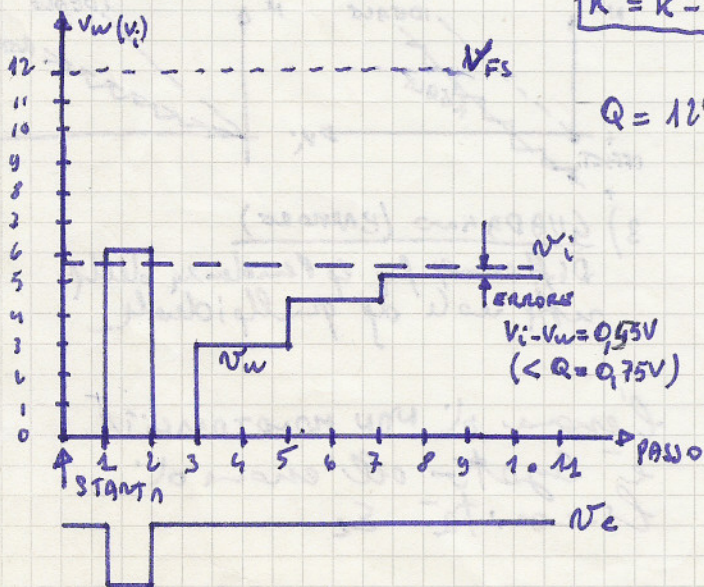
CONVERTITORI AD APPROSSIMAT. SUCCESSIVE (O SCALA DICOTOMICA)



3) $N_i = 5.8 \text{ V}$ $V_{FS} = 12 \text{ V}$
 $M = 3$ (4 BIT)

K	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	N _c	V _w
1	3	0	0	0	1	0
2	1	0	0	0	0	6V
3	0	1	0	0	1	0
4	2	1	1	0	0	3V
5	1	1	1	0	0	4.5V
6	1	1	1	1	0	5.25V
7	0	1	1	1	1	5.25V
8	0	1	1	1	0	5.25V
9	-1	1	1	1	0	5.25V
10	STOP	0	1	1	1	5.25V

$Q = 12 \text{ V} / 16 = 0.75 \text{ V}$



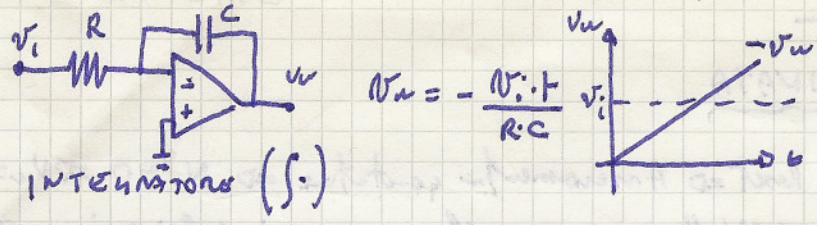
$T_{conv} = N_{bit} \times T = M / f_{clk}$ (INDIP. DA V_i)

Prognosi: Veloce. (il + veloce)

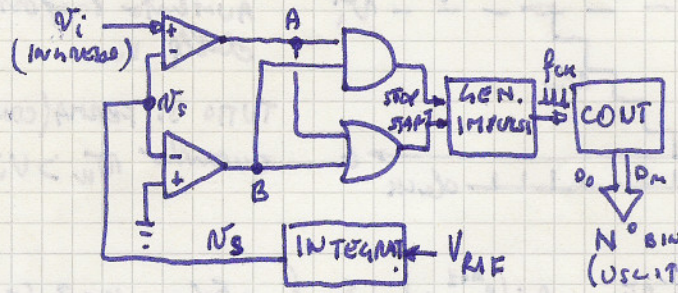
Dif.: Complesso - poco preciso.

CONVERTITORI A INTEGRATORI (A RAMPA SEMPLICE E DOPIA RAMPA)

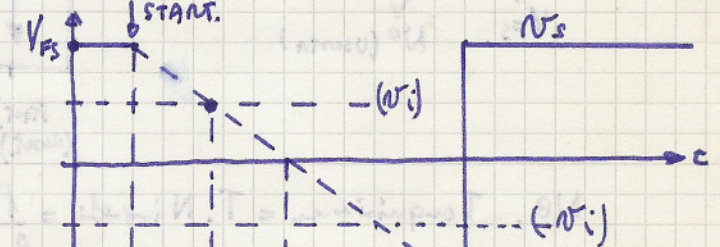
E. TOMASELLI



CONVERTITORI A RAMPA SEMPLICE



$V_s = -\left(\frac{V_{REF}}{RC}\right)t \Rightarrow$ RAMPA DECRESCENTE CON PENDENZA COSTANTE.



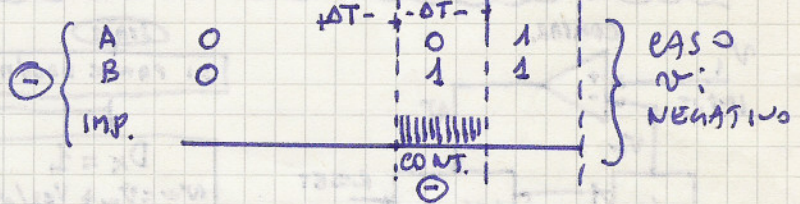
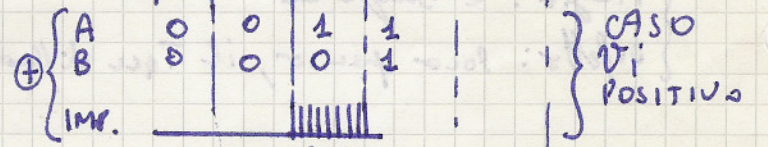
PENDENZA = $\frac{V_i}{\Delta T} = -\frac{V_{REF}}{RC}$

$\Rightarrow V_i = -\frac{V_{REF}}{RC} \cdot \frac{N_{imp}}{f_{ck}}$

s) $\frac{V_{REF}}{RC} = 500 \text{ V/dec.}$ $f_{ck} = 500 \text{ kHz}$

1 impulso $\Rightarrow \Delta V_{min} = 1 \text{ mV.}$

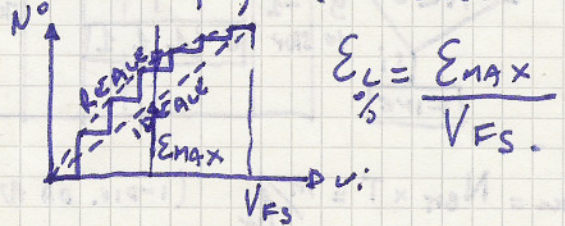
{ Preci. = Precisione, IMM. DIST.
DIF = lento - (compr.)



CONV. A DOPIA RAMPA (MAX PRECISIONE - LENTO)

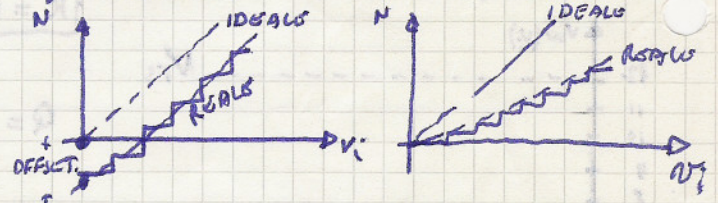
PARAMETRI CARATTERISTICI DEI CONVERTITORI (A/D e D/A)

1) LINEARITA': scostam MAX dell'amp reale da quell'ideale.



$\epsilon_L = \frac{E_{MAX}}{V_{FS}}$

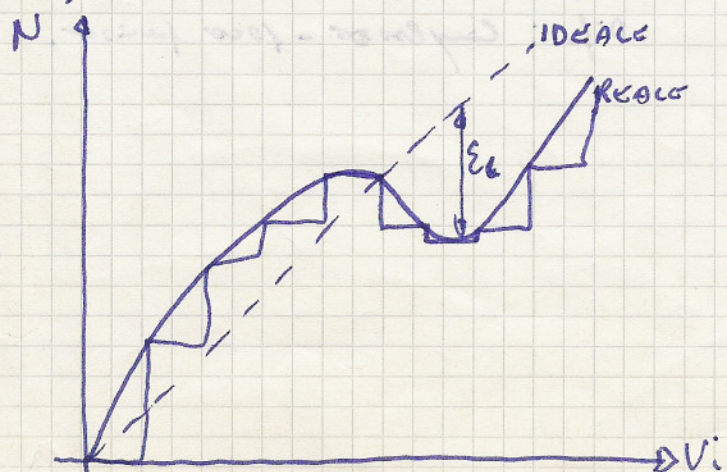
2) OFFSET VALORE IN USCITA PER Vi=0



3) GUADAGNO (ERRORS)

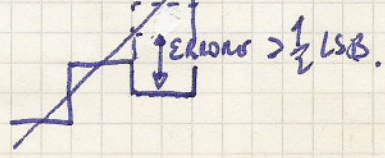
Differenza fra le pendenze delle rette reali ed ideali

4) MONOTONICITA'



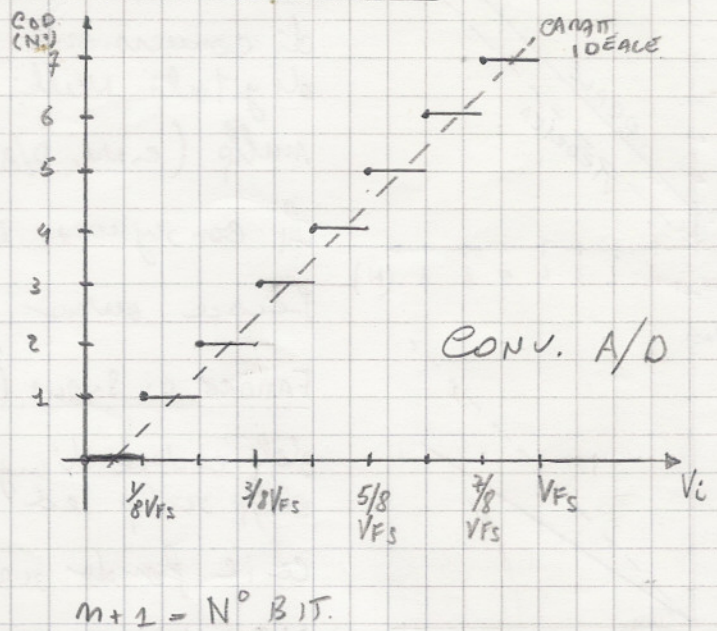
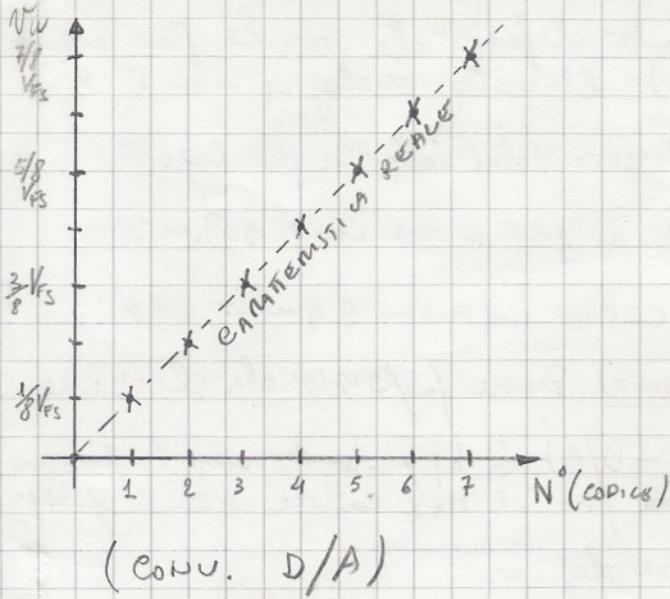
l'errore di NON MONOTONICITA' e legato all'errore di linearita' ϵ_L

NON MONOTONICITA' $\Rightarrow \epsilon_L > \frac{1}{2} \text{ LSB}$



PARAMETRI DI UN CONVERT. A/D e D/A

E. TOMBEU



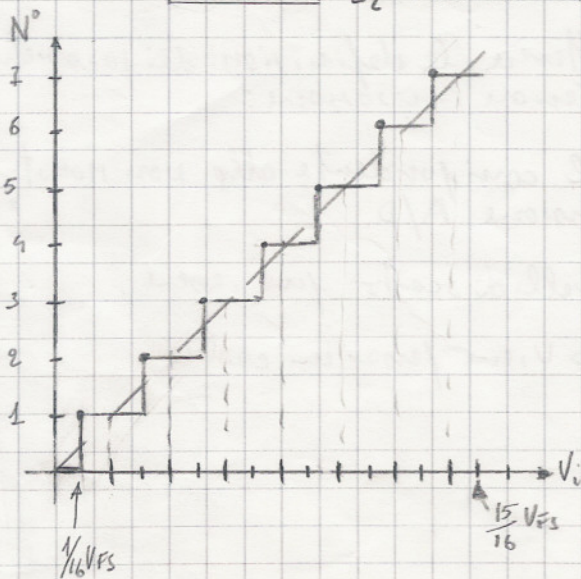
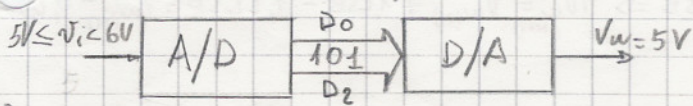
ERRORE QUANTIZZAZIONE = $\Delta Q = \frac{V_{FS}}{2^{m+1}} = \Sigma_Q$ Errore quantizzazione teorico (= 1LSB)

|| "LSB DISTANZA ANALOGICA FRA UN CODICE E UN'ALTRO"

L'errore di quantizzazione è l'incertezza analogica un volt assegnato un codice.

2) cod. = 5, con $m=2$ (3 BIT) e $V_{FS}=8V \Rightarrow 5V \leq V_i < 6V$

Il significato è che rilevato in uscita una tensione di 5V in un convertitore D/A (con ingresso il cod. BIN 5 = 101B), essa è conseguente alla tensione di ingresso di un conv. A/D compreso fra 5V e 6V, quindi con una incertezza di $1V = \Delta Q = 1\text{LSB}$

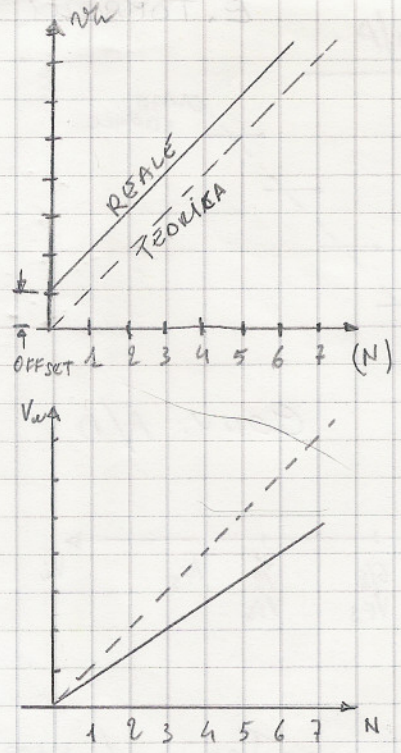


È possibile ridurre l'incertezza modificando le caratteristiche di uscita del conv. A/D.

Si spostano i livelli di transizione a metà fascia in modo che questa cada al centro del campo di quant. anal.

\Rightarrow i valori analogici corrispondenti ad ogni codice sono EQUAMENTE distribuiti intorno al valore da

assegnare \Rightarrow INCERTEZZA = $\pm \frac{1}{2} \text{LSB}$.



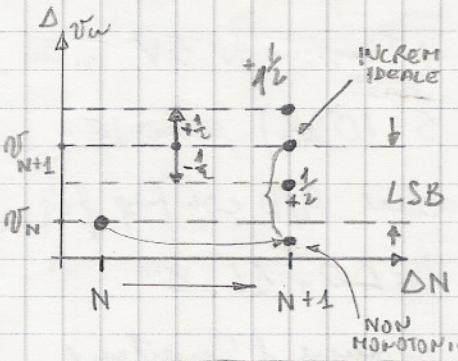
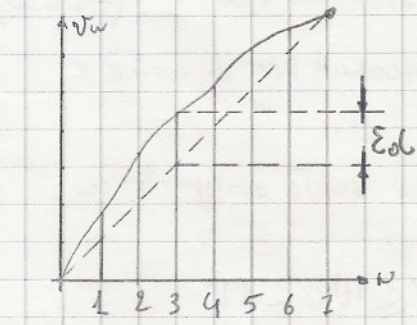
OFFSET È un errore costante su tutto il campo di conversione dovuto al fatto che anche per ingressi digitali Nulli (0) l'uscita analogica non è nulla (c.m.v. D/A). $OFFSET = \text{Valore dell' } V_u \text{ per } Cod = 0$.

La conseguenza è che si può avere una saturazione precoce o una per codici inferiori e quello MAX.

FATTORE DI SCALA (GUADAGNO) Errore proporzionale al valore del codice di ingresso (D/A). Si ha pertanto una compressione dello scalp ed anche per il MAX codice non si produce il fondo scalp analogico.

NON LINEARITÀ MASSIMA SCOSTAM. dello scalp reale da quella ideale. Si misura in Frazioni di LSB (15 max) oltre a questo parametro (N.L. INTEGRALE) si definisce un parametro (NON LINEARITÀ DIFFERENZIALE) che indica di quanto varia l'uscita quando si passa da un codice a quello successivo (paralleli user di $\Delta Q = LSB$) inteso come differenza rispetto all'LSB.

Σ) $NLD = \pm \frac{1}{2} \Rightarrow$ i gradini in uscita avviano un ramp'esp compresso fra $\frac{1}{2}$ e $1\frac{1}{2}$ LSB.



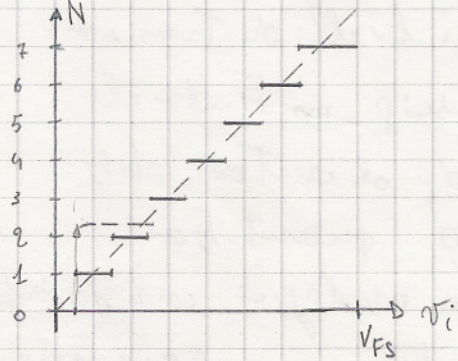
NON MONOTONICITÀ Può accadere de aumentando il codice di ingresso V_u diminuisce.

$NLD < \pm 1LSB \Rightarrow$ NON MONOTONICITÀ.

Σ) $NLD = -1,2LSB \Rightarrow V_{u(N+1)} = V_{u(N)} + 1LSB - 1,2LSB = V_{u(N)} - 0,2LSB$

$NLD < 1LSB \Rightarrow$ MONOTONICITÀ

Invertendo lo scalp ($N \leftrightarrow V_u$) si possono ottenere le definizioni dei parametri relativi ai convertitori A/D, con una ulteriore precisazione:



CODICI MANCANTI È il corrispondente alle non monotonicità nelle conversione A/D.

Le distanze fra due livelli di scalp può essere superiore a 1LSB \Rightarrow viene perso un codice.