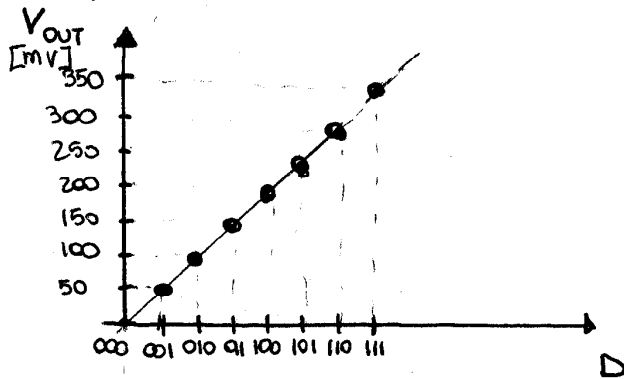


SOLUZIONE

CARATTERISTICA DI TRASFERIMENTO IDEALE:

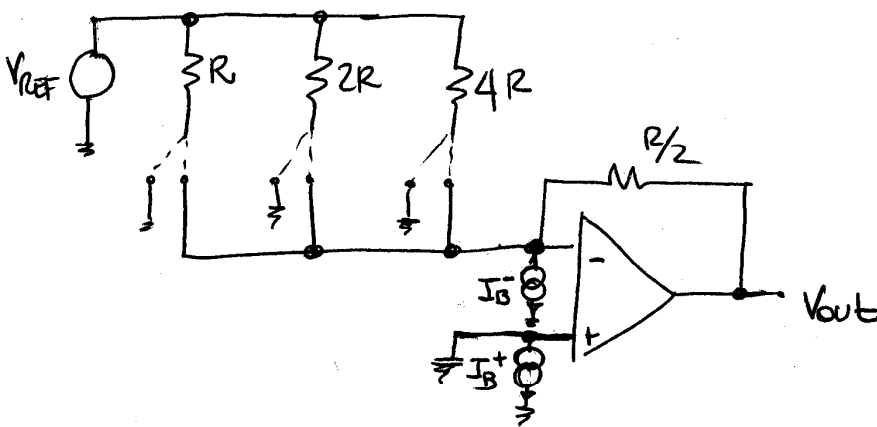
$$V_{FS} = -V_{REF} = +400 \text{ mV}$$

$$V_{LSB} = \frac{|V_{FS}|}{2^n} = \frac{400 \text{ mV}}{8} = 50 \text{ mV} = -V_{REF} \cdot \frac{R/2}{4R} = -\frac{V_{REF}}{8}$$



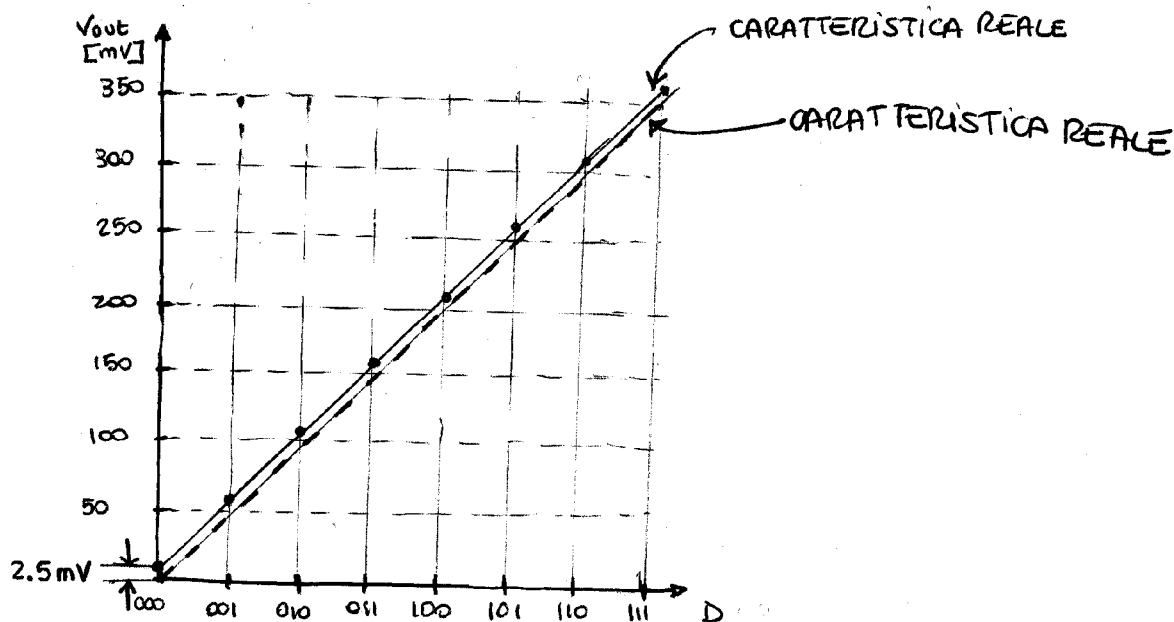
D	Vout
000	0
001	50 mV = V_{LSB}
010	100 mV
011	150 mV
100	200 mV = $V_{FS}/2$
101	250 mV
110	300 mV
111	350 mV = $V_{FS} - V_{LSB}$

CALCOLIAMO L'EFFETTO DELLA CORRENTE DI BIAS



I_B^+ NON HA ALCUN EFFETTO.

I_B^- FORNISCE UNA TENSIONE DI USCITA (PRINCIPIO DI SOVRAPPORZIONE DEGLI EFFETTI) PARI A: $V_{OUT} = I_B^- \times R/2 = 500 \text{ nA} \times 5 \text{ k}\Omega = +2.5 \text{ mV}$
E QUINDI CAUSA UN OFFSET DELLA CARATTERISTICA DI TRASFERIMENTO DI 2.5 mV, MA NON ALTERA LA LINEARITA' DELLA CARATTERISTICA.



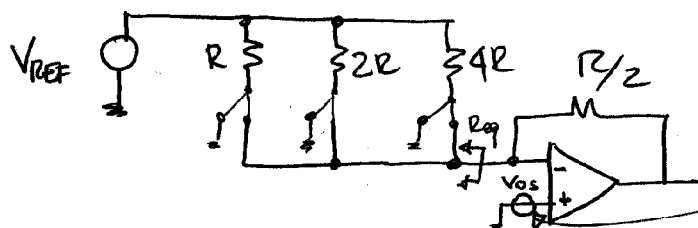
② PER MINIMIZZARE L'EFFETTO DELLE CORRENTI DI BIAS DOVREMMO INSERIRE UNA RESISTENZA R^* DI VALORE PARI ALLA RESISTENZA VISTA IN CONTINUA DAL MORSETTO INVERTENTE, TRA IL MORSETTO NON INVERTENTE E MASSA. TUTTAVIA LA RESISTENZA VISTA DAL MORSETTO INVERTENTE DIPENDE DALLA PAROLA DIGITALE IN INGRESSO. AD ESEMPIO, SE $D=000 \Rightarrow R^*$ DOVREBBE ESSERE UGUALE A:

$$R^* = R/2$$

$$\text{SE } D=111 \Rightarrow R^* = R/2 \parallel 4R \parallel 2R \parallel R = 4/15 R$$

RISULTA CONVENIENTE NON INSERIRE ALCUNA RESISTENZA R^* PERCHÉ ALTRIMENTI L'EFFETTO DELLE CORRENTI DI BIAS NON SAREBBE PIÙ UNA SEMPLICE TRASLAZIONE DELLA CARATTERISTICA DI TRASFERIMENTO A CAUSA DELL'OFFSET $I_B \times R/2$, MA DAREBBE LUOGO A NON-LINEARITÀ DELLA CARATTERISTICA

③ INSERIAMO IL GENERATORE DI OFFSET SUL MORSETTO NON-INVERTENTE



ATTENZIONE: NON È NOTA LA POLARITÀ DEL GENERATORE.

PER CALCOLARE LA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO APPLICHIAMO IL PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI.

CALCOLIAMO L'EFFETTO DI V_{OS} SPEGNENDO V_{REF}

D	R_{eq}	$V_{OUT OFFSET}$
000	∞	$V_{OS} = 5mV$
001	$4R = 40k\Omega$	$(\frac{R}{2} \cdot \frac{1}{4R} + 1) V_{OS} = 1.125 V_{OS} = 5.625mV$
010	$2R = 20k\Omega$	$(1 + \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{2R}) V_{OS} = 1.25 V_{OS} = 6.25mV$
011	$2R \parallel 4R = \frac{4}{3}R = 13.3k$	$(1 + \frac{R}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{R}) V_{OS} = 1.375 V_{OS} = 6.875mV$
100	$R = 10k$	$(1 + \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{R}) V_{OS} = 1.5 V_{OS} = 7.5mV$
101	$R \parallel 4R = \frac{4}{5}R = 8k$	$(1 + \frac{R}{2} \cdot \frac{5}{4R}) V_{OS} = 1.625 V_{OS} = 8.125mV$
110	$R \parallel 2R = \frac{2}{3}R = 6.7k$	$(1 + \frac{R}{2} \cdot \frac{3}{2R}) V_{OS} = 1.75 V_{OS} = 8.75mV$
111	$R \parallel 2R \parallel 4R = \frac{4}{7}R = 5.7k$	$(1 + \frac{R}{2} \cdot \frac{7}{4R}) V_{OS} = 1.875 V_{OS} = 9.375mV$



D	INL	DNL
000	$5mV = 0.1LSB$	$0.625mV = 0.01LSB$
001	$5.625mV = 0.11LSB$	$0.625mV = 0.01LSB$
010	$6.25mV = 0.125LSB$	$0.625mV = 0.01LSB$
011	$6.875mV = 0.14LSB$	$0.625mV = 0.01LSB$
100	$7.5mV = 0.15LSB$	$0.625mV = 0.01LSB$
101	$8.125mV = 0.16LSB$	$0.625mV = 0.01LSB$
110	$8.75mV = 0.18LSB$	$0.625mV = 0.01LSB$
111	$9.375mV = 0.19LSB$	$0.625mV = 0.01LSB$



$INL = 0.19LSB$

$DNL = 0.01LSB$