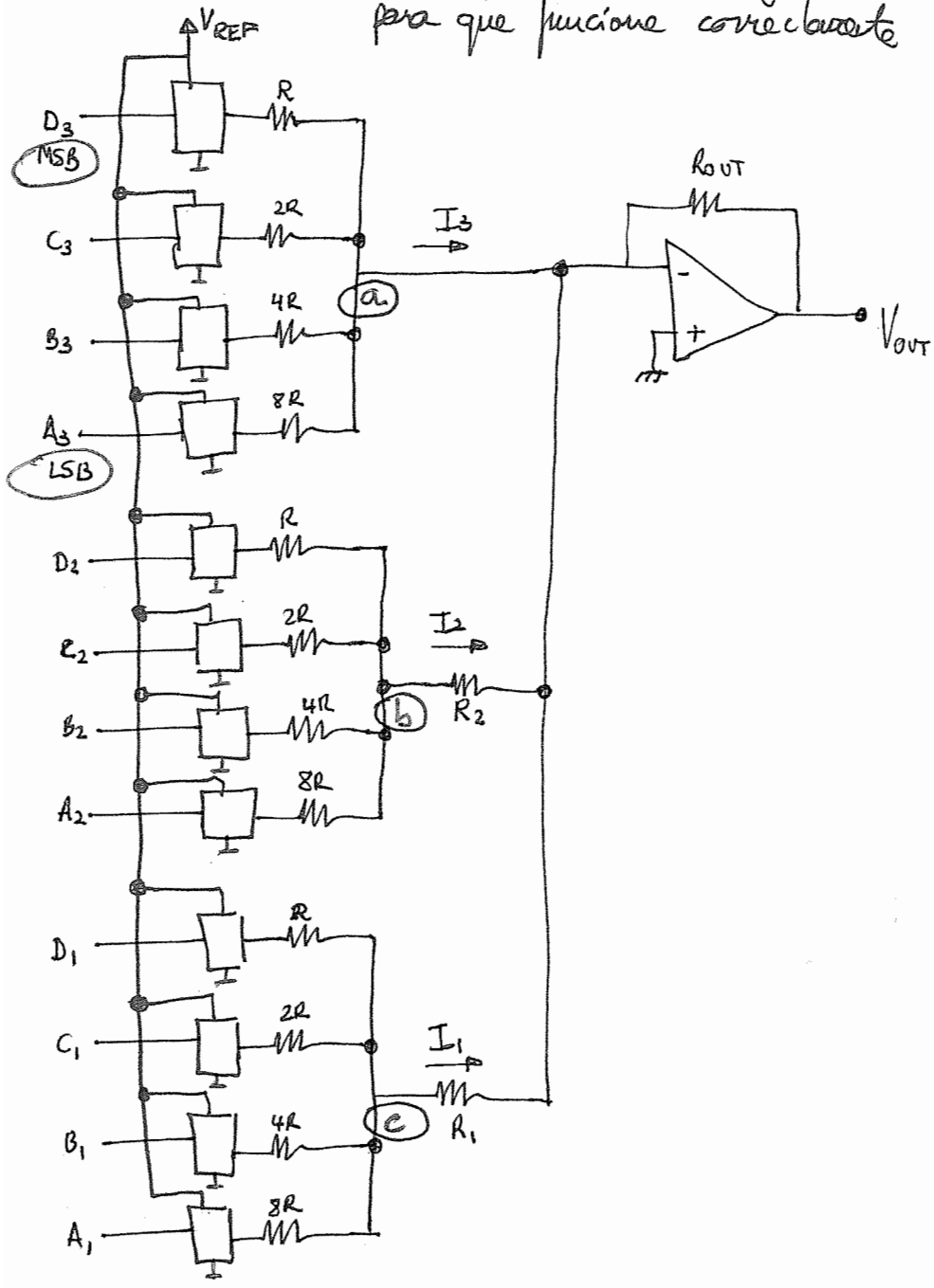


Problema: Se quiere diseñar un DAC de Códigos BCD con 12 bits de entrada. Dado el siguiente esquema y conocida R . Calcular R_1 y R_2 para que funcione correctamente



$$V_{OUT} = K \left[(8D_1 + 4C_1 + 2B_1 + A_1) + 10 (8D_2 + 4C_2 + 2B_2 + A_2) + 100 (8D_3 + 4C_3 + 2B_3 + A_3) \right]$$

Hay que calcular R_1 y R_2 para que se dotengan los pesos relativos 1, 10 y 100
 Calculemos los valores de $\left\{ \begin{matrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{matrix} \right\} \Rightarrow V_{OUT}$ y se comparará con

Las EXPRESIONES I_1, I_2, I_3 se pueden calcular de forma inmediata calculando el EQUIV. NORTON ENTRE los puntos

(a)

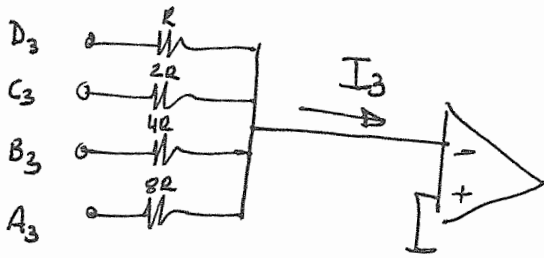
(b)

(c)

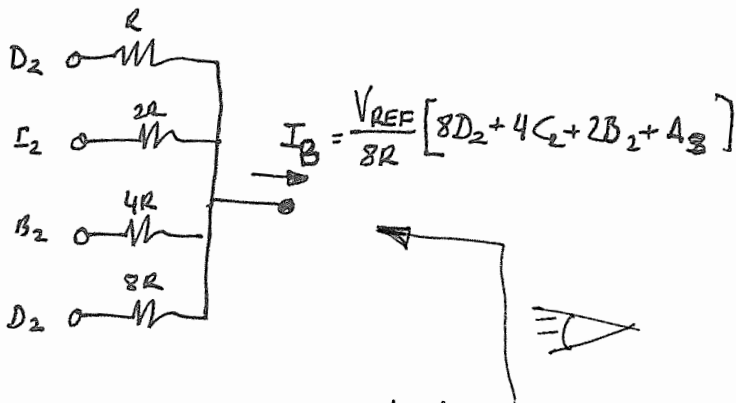
y masa HACIA la IZQUIERDA

Caso A

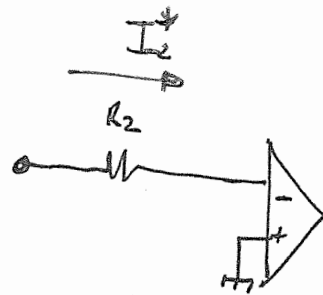
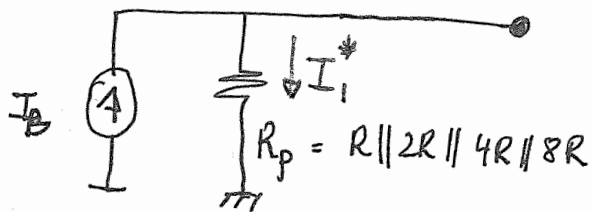
$$I_3 = \frac{V_{REF}}{8R} [8D_3 + 4C_3 + 2B_3 + A_3]$$



Caso B



Equivalente NORTON



Que entra realmente al amplificador.

$$I_B = I_1^* + I_2^*$$

$$I_1^* \cdot R_p = I_2^* R_2 \Rightarrow I_1^* = I_2^* \frac{R_2}{R_p}$$

$$I_B = I_2^* \frac{R_2}{R_p} + I_2^* = I_2^* \left(\frac{R_2 + R_p}{R_p} \right) \Rightarrow I_2^* = \frac{R_p}{R_p + R_2} I_B$$

$$I_2^* = \frac{R_p}{R_p + R_2} \cdot \frac{V_{REF}}{8R} [8D_2 + 4C_2 + 2B_2 + A_2]$$

Caso C

Similar al anterior:

$$I_1 = \frac{R_p}{R_p + R_1} \cdot I_c = \frac{R_p}{R_p + R_1} \cdot \frac{V_{REF}}{8R} [8D_1 + 4C_1 + 2B_1 + A_1]$$

Finalmente se verifica: $I_{OUT} = I_1 + I_2 + I_3$

$$V_{OUT} = -R_{OUT} \cdot I_{OUT} = -R_{OUT} \frac{V_{REF}}{8R} \left[\overset{100}{(8D_3 + 4C_3 + 2B_3 + A_3)} + \overset{10}{\frac{R_p}{R_p + R_2} (8D_2 + 4C_2 + 2B_2 + A_2)} + \overset{1}{\frac{R_p}{R_p + R_1} (8D_1 + 4C_1 + 2B_1 + A_1)} \right]$$

De esta ecuación se obtiene:

$$\frac{R_p}{R_p + R_2} = \frac{1}{10} \Rightarrow R_2 = 4'8 \cdot R$$

$$\frac{R_p}{R_p + R_1} = \frac{1}{100} \Rightarrow R_1 = 52'8 R$$

$$R_p = R \parallel 2R \parallel 4R \parallel 8R = \frac{8}{15} R$$

$$\frac{\frac{8}{15}R}{\frac{8}{15}R + 4'8R} = \frac{1}{10} = 0'1$$

$$\frac{\frac{8}{15}R}{\frac{8}{15}R + 52'8R} = \frac{1}{100} = 0'01$$

VERIFICACIÓN

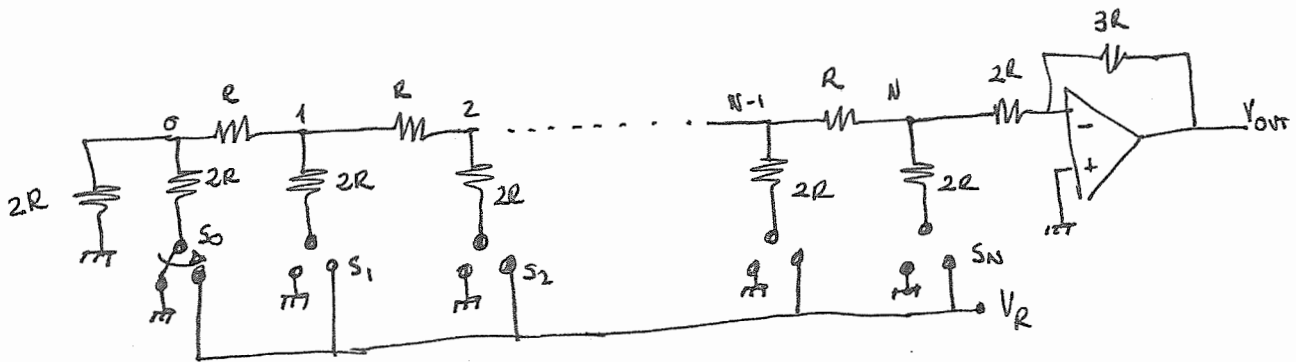
$$V_{OUT} = -\frac{V_{REF} \cdot R_{OUT}}{800R} \left[(8D_1 + 4C_1 + 2B_1 + A_1) + 10(8D_2 + 4C_2 + 2B_2 + A_2) + 100(8D_3 + 4C_3 + 2B_3 + A_3) \right]$$

Desventaja de los convertidores R-2R-4R de Resistencias ponderadas:

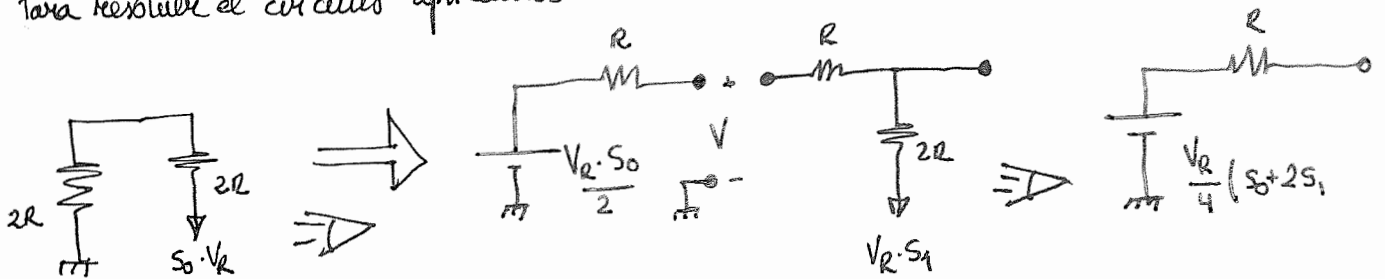
Hay que fabricar desde R-2R-... $2^N R$

los valores altos son difíciles de conseguir en un C.I.

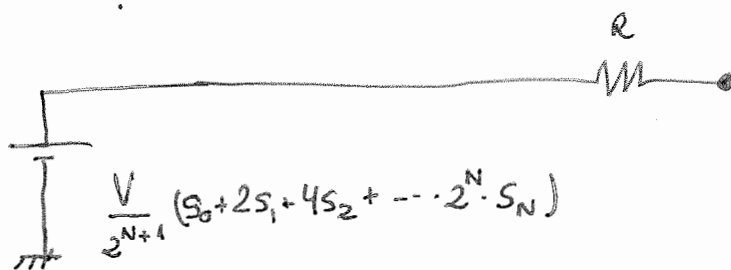
SOLUCIÓN
 CONVERTIDOR EN ESCALERA \rightarrow Solo tiene R-2R



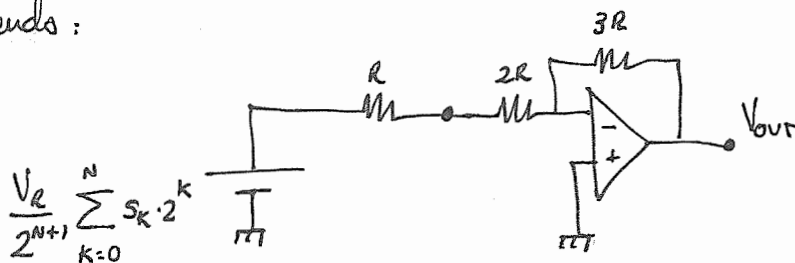
Para resolver el circuito aplicamos el teorema de Thevenin en los puntos 0, 1, ..., N



y así de forma general.



Sustituyendo:



$$\frac{V_R}{2^{N+1}} \sum_{k=0}^N S_k \cdot 2^k$$