

Analóg – digitális átalakítók: számlálót alkalmazó megoldások

ELEKTRONIKA_2

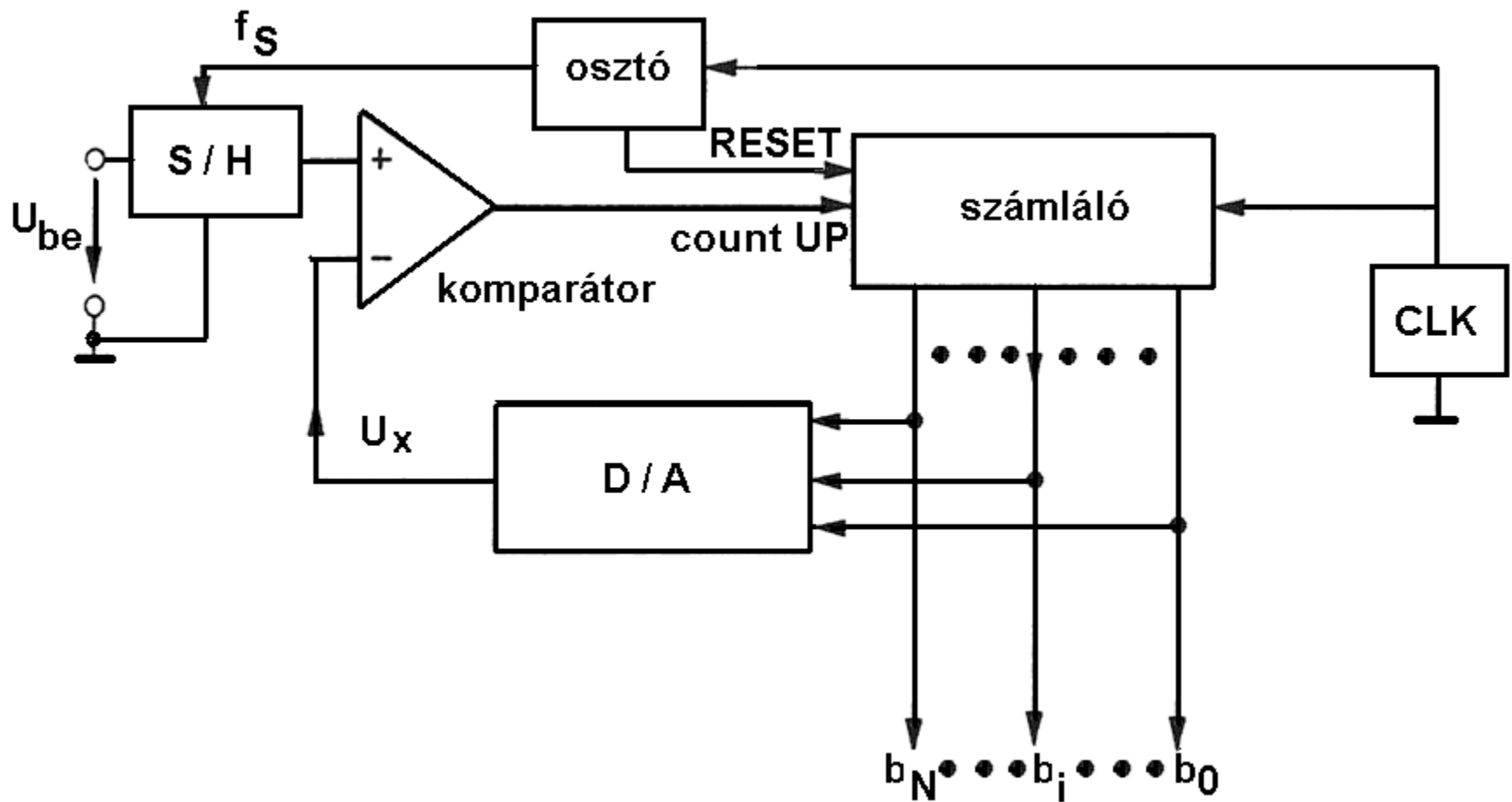
TEMATIKA

- Működési elv
- A követő átalakító
- Kettős integrálási eljárás (dual slope)
- Példák


Számlálót alkalmazó megoldás elve

- Leszámoljuk, hányszor kell a legkisebb helyértékű feszültséget összeadni, ahhoz hogy a bemeneti feszültséget megkapjuk.
- A lépések száma adja az eredményt.
- A legnagyobb Z számhoz tehát Z lépés szükséges, a legkisebbhez pedig csak **1**.
- Egy új mintát mindig Z ütem után veszünk.
- Nagyfelbontású de lassú módszer.
- Alkalmazás – digitális multiméterek

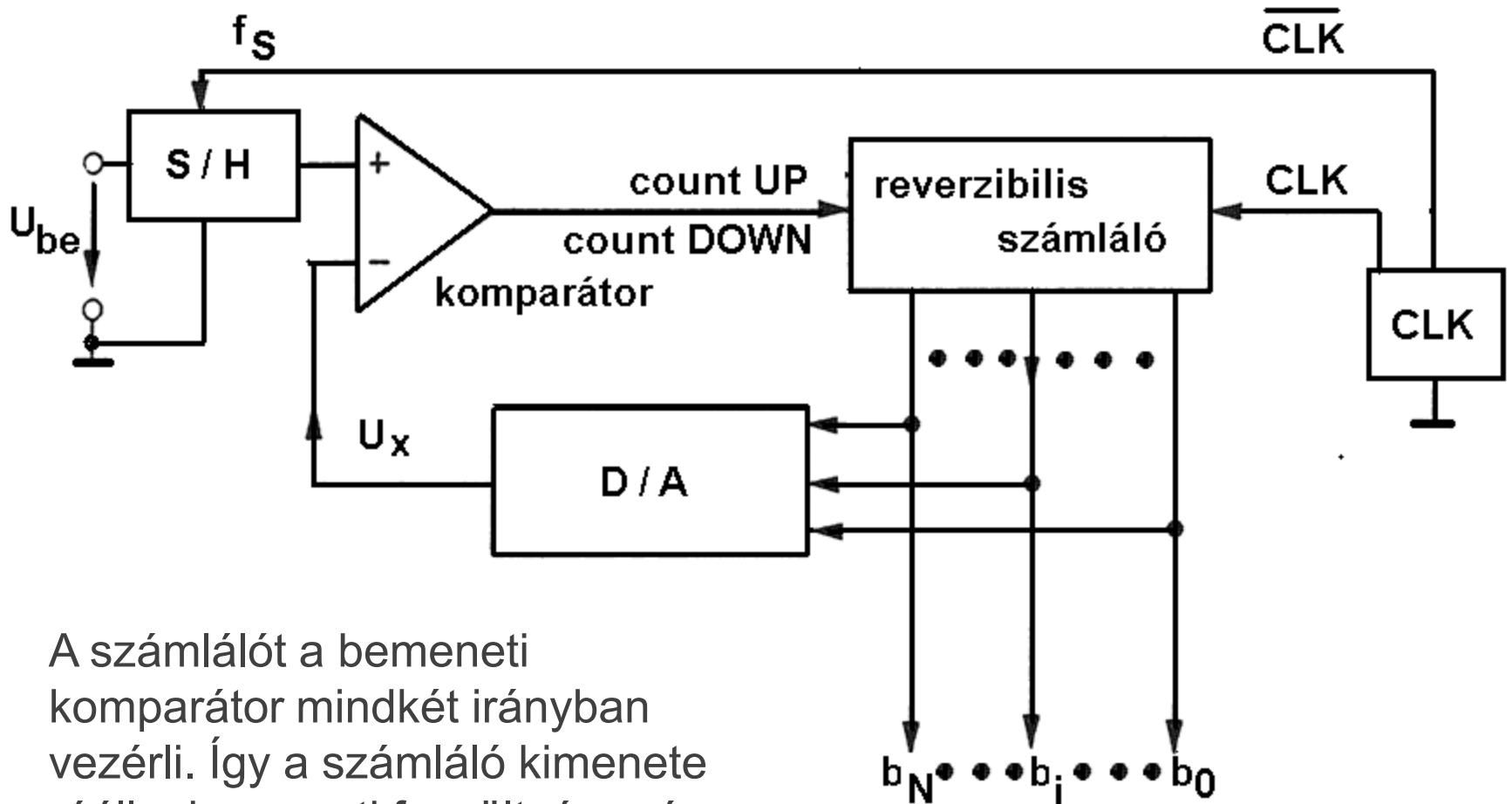
Számlálót alkalmazó átalakító



A működés folyamatábrája

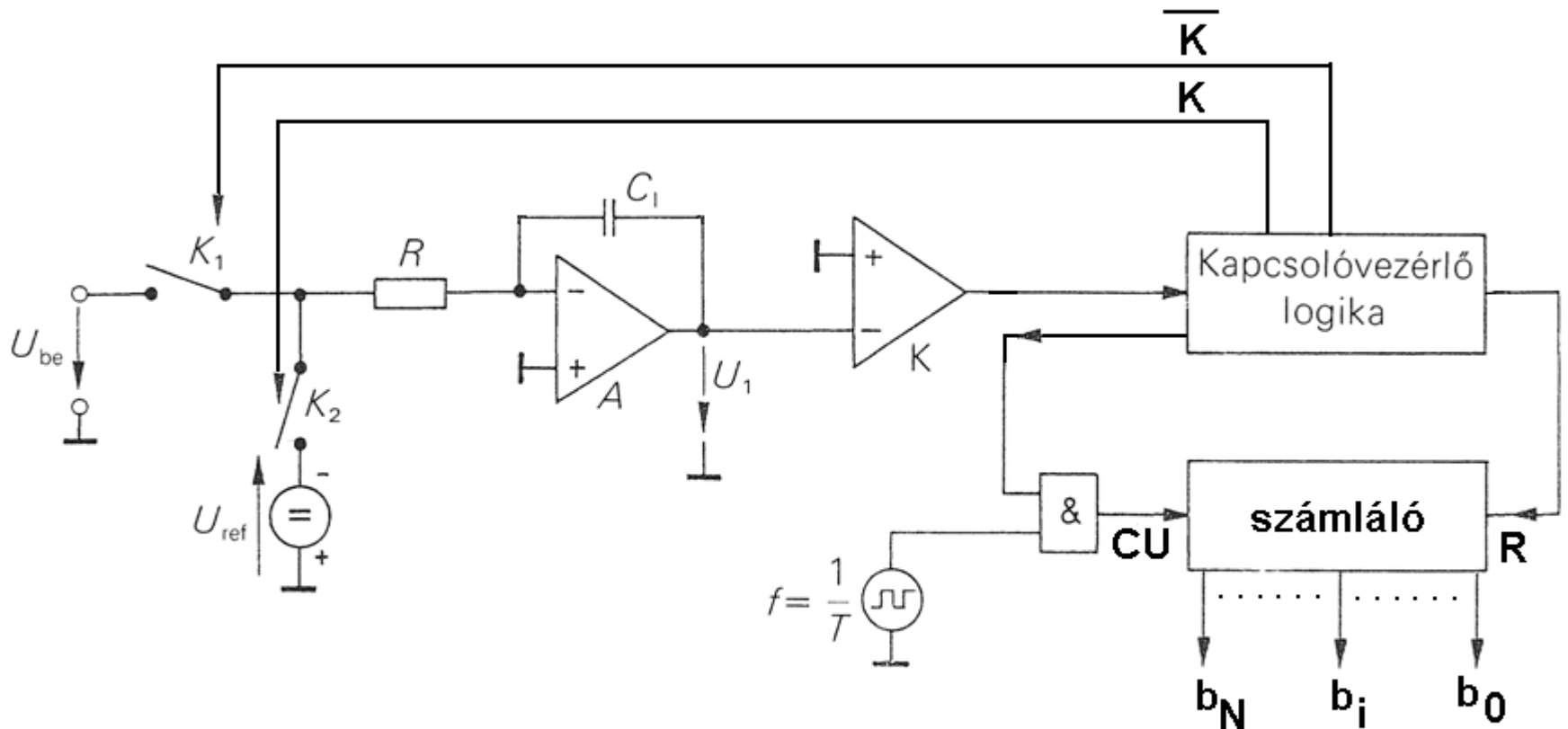
- 
1. START
 2. Mintavétel (komp. $+Be = U_{be}$)
 3. RESET (komp. $-Be = 0$)
 4. (2) és (3) \rightarrow komp. $Ki = \text{count UP} = \text{high}$
 5. $\text{count UP} = \text{high} \rightarrow$ a számláló kimenete minden ütemben eggyel nagyobb.
 6. Ha U_x eléri U_{be} értékét $\text{count UP} = \text{low}$
 7. $\text{count UP} = \text{low} \rightarrow$ a számlálás leáll
 8. A számláló kimenetein található bináris kód a konverzió eredménye

Követő átalakító



A számlálót a bemeneti komparátor mindkét irányban vezérli. Így a számláló kimenete rááll a bemeneti feszültségre és ütemenként követi.

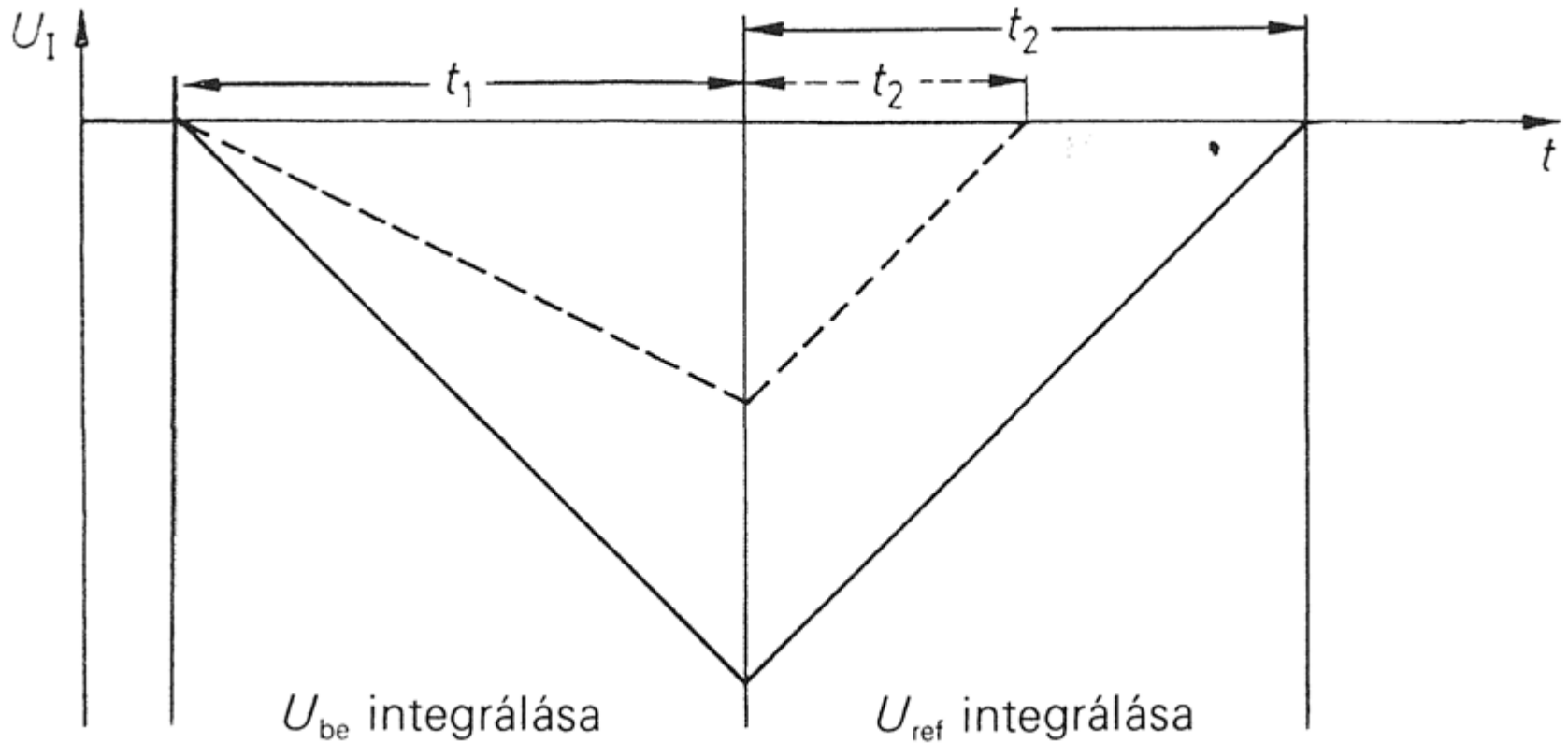
Kettős integrálási eljárás (dual slope)



Működési elv

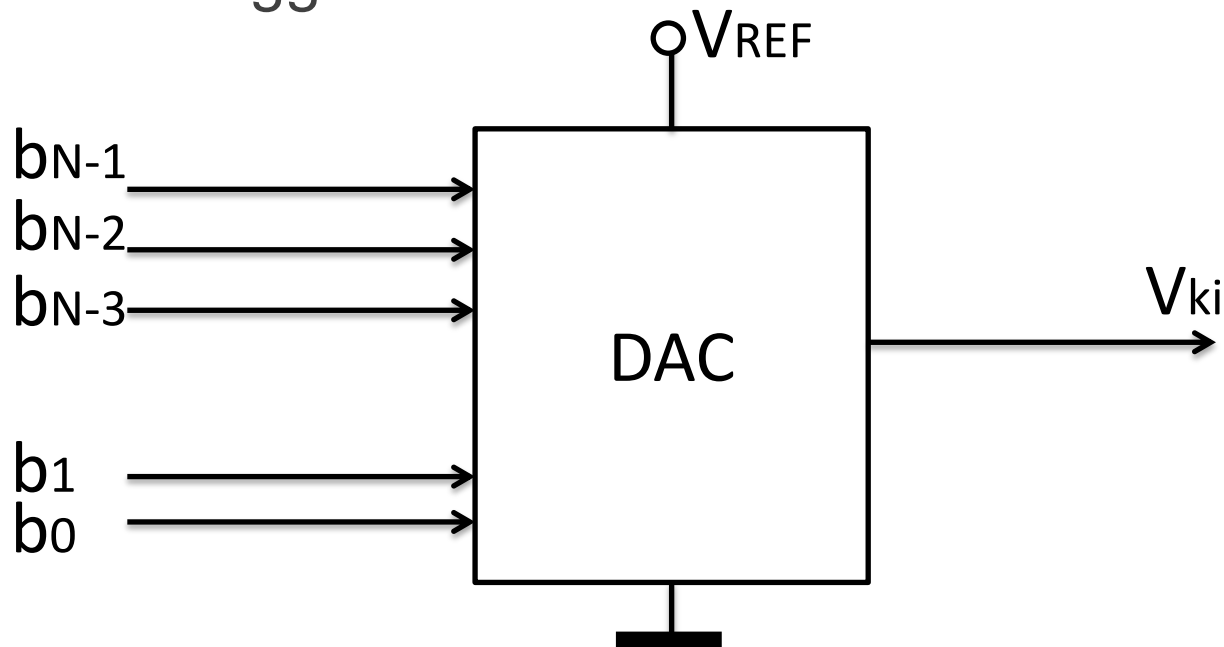
1. $U_1 = 0$.
2. K_1 zár – a bemeneti feszültséget t_1 ideig integráljuk.
3. Ha $U_{be} > 0$ akkor U_1 folyamatosan csökken, tehát t_1 másodperc után egy negatív értéket vesz fel.
4. K_1 nyit.
5. K_2 zár – a referencia feszültséget integráljuk.
6. $U_{ref} < 0$ tehát U_1 folyamatosan emelkedik.
7. Eközben a számláló számol, tehát a t_2 időt méri. Ez arányos a bemeneti feszültség értékével.
8. t_2 másodperc után $U_1 = 0$. Ez átbillenti a K komparátort és a számlálás leáll.

Az integrátor kimenetének időábrája

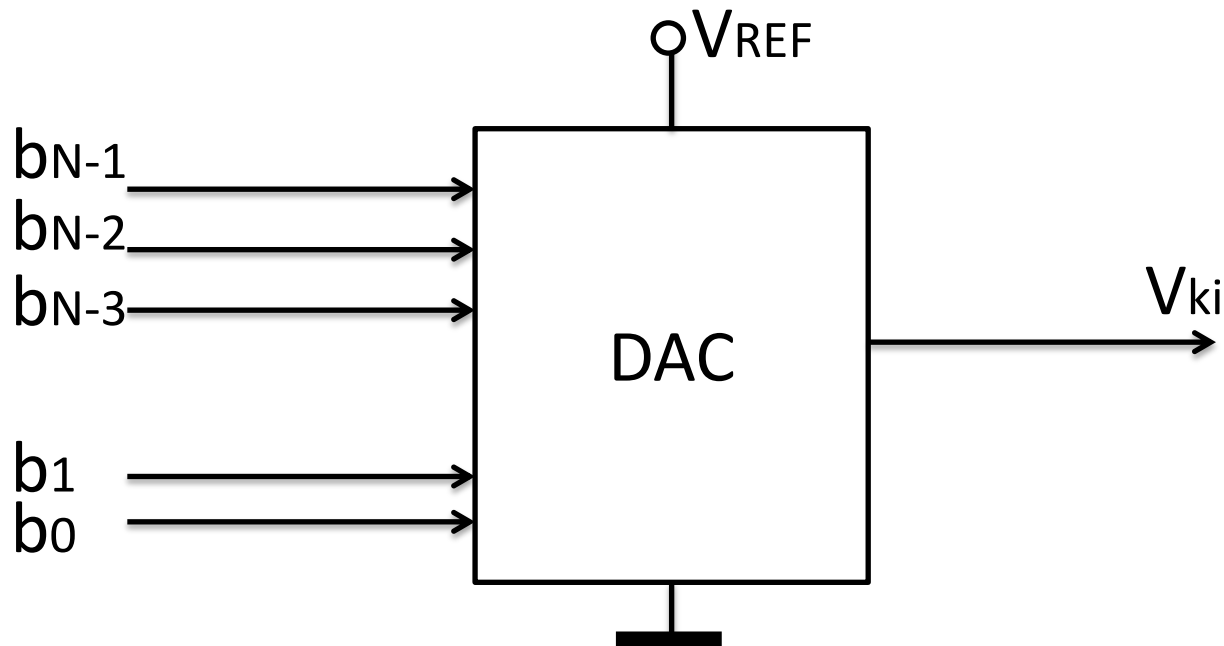


Megjegyzés

- Minden számlálót alkalmazó ADC tartalmaz egy digitális – analóg átalakítót (DAC).
- A DAC feladata az hogy a számláló kimenetén megjelenő bináris számot átalakítsa egy ezzel arányos feszültséggé.

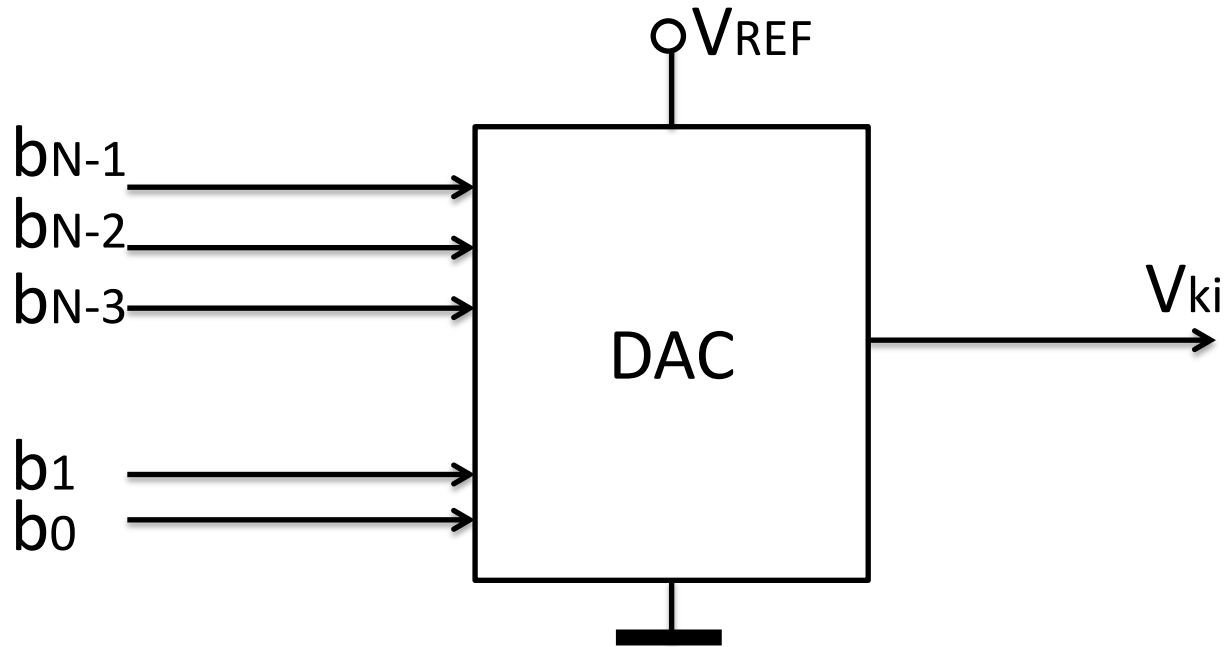


D/A átalakítók alapelvei



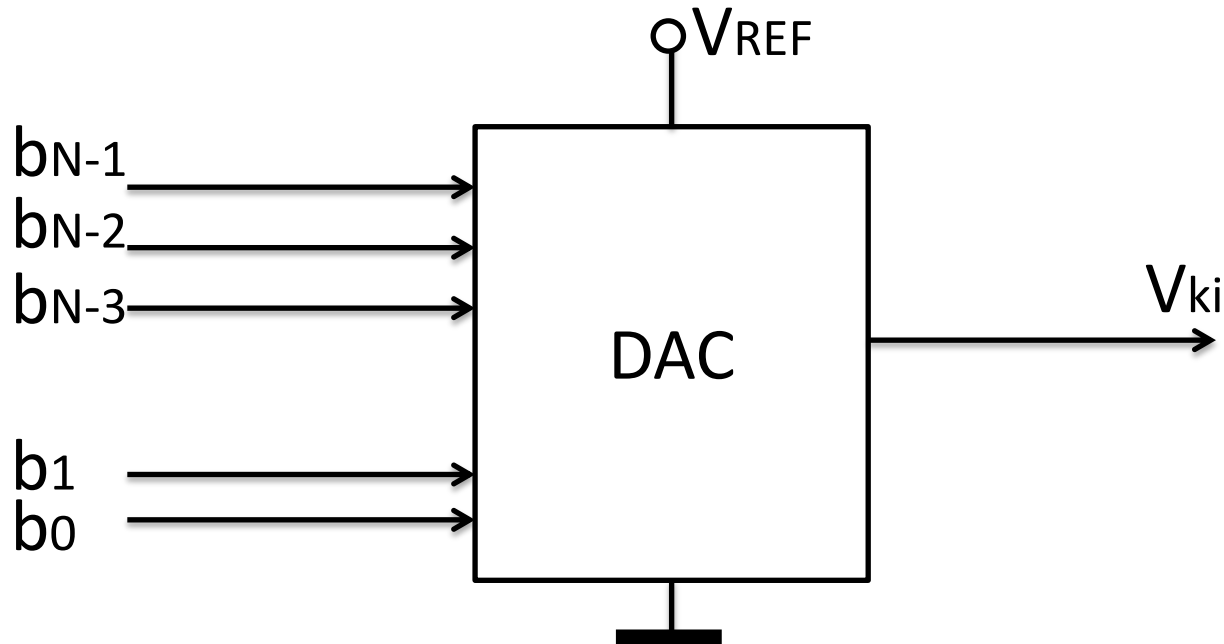
- Ha a bemenet összes bitje 1-es a bemeneten megjelenő szám $2^N - 1$; Válaszként a kimenet $V_{ki} = V_{REF}$.
- Ha a bemenet összes bitje nulla, kivéve a legkisebb helyértékűt akkor a bemeneten megjelenő szám 1; Válaszként a kimenet $V_{ki} = V_{LSB}$.

D/A átalakítók alapelvei



$$\left. \begin{array}{l} 2^{N-1} \rightarrow V_{REF} \\ 1 \rightarrow V_{LSB} \end{array} \right\} \Rightarrow V_{LSB} = \frac{V_{REF}}{2^{N-1}}$$

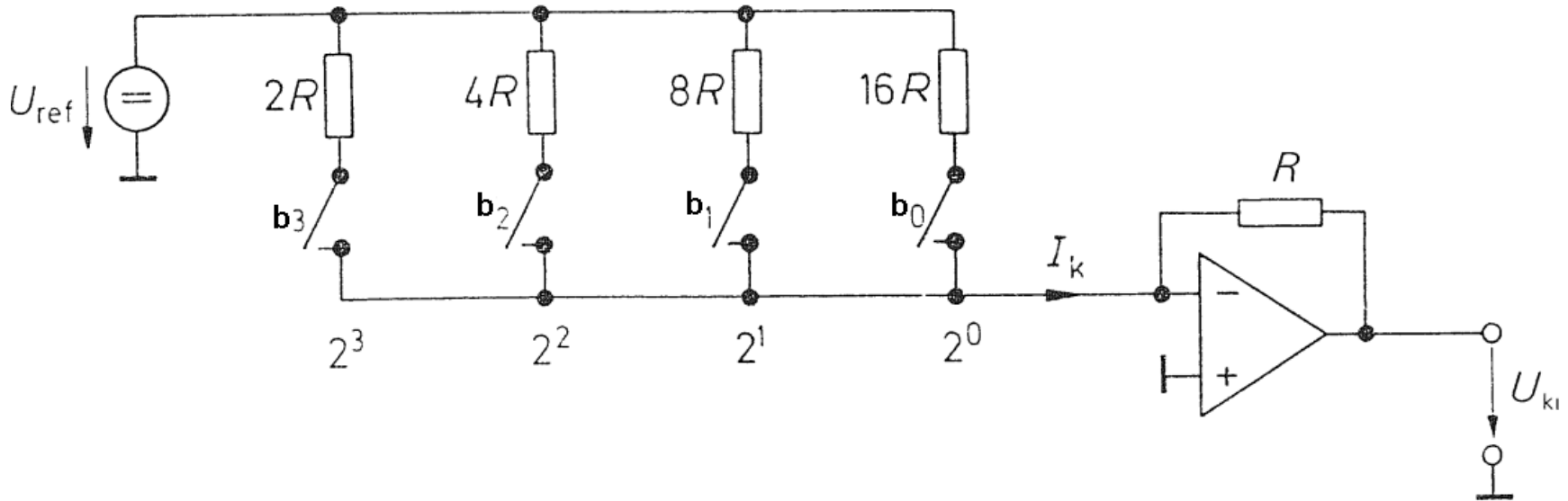
D/A átalakítók alapelvei



- Ha a bemeneten megjelenő szám = Z ;
- Akkor a kimeneti feszültség $V_{ki} = V_{LSB} \cdot Z$

$$V_{ki} = Z \cdot \frac{V_{REF}}{2^N - 1}$$

Egy D/A átalakítási elv



A kapcsolókat akkor zárjuk, ha az adott helyértéken logikai 1 van.

$$V_{ki} = -U_{REF} \cdot \left(b_3 \cdot \frac{R}{2R} + b_2 \cdot \frac{R}{4R} + b_1 \cdot \frac{R}{8R} + b_0 \cdot \frac{R}{16R} \right)$$

$$b_i \in \{0, 1\}$$

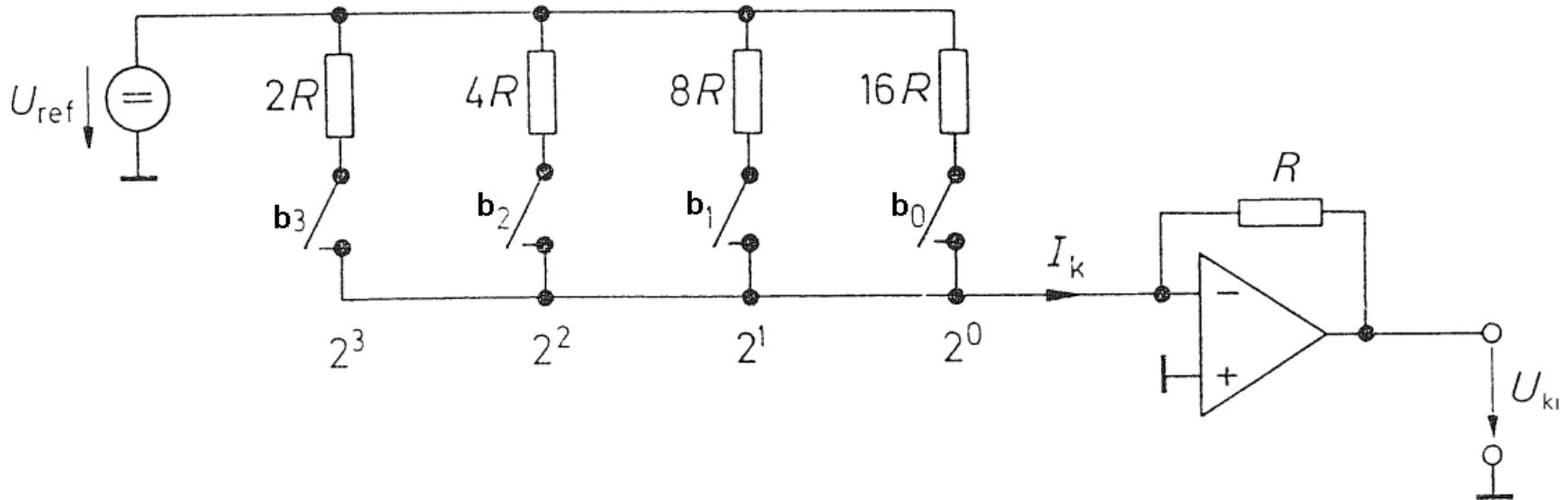
A kimeneti feszültség

$$V_{ki} = -U_{REF} \cdot \left(b_3 \cdot \frac{R}{2R} + b_2 \cdot \frac{R}{4R} + b_1 \cdot \frac{R}{8R} + b_0 \cdot \frac{R}{16R} \right)$$

$$V_{ki} = -U_{REF} \cdot \left(b_3 \cdot 2^{-1} + b_2 \cdot 2^{-2} + b_1 \cdot 2^{-3} + b_0 \cdot 2^{-4} \right)$$

$$V_{ki} = -\frac{U_{REF}}{2^4} \cdot \left(b_3 \cdot 2^3 + b_2 \cdot 2^2 + b_1 \cdot 2 + b_0 \cdot 1 \right) = -\frac{U_{REF}}{2^4} \cdot Z$$

Megjegyzés

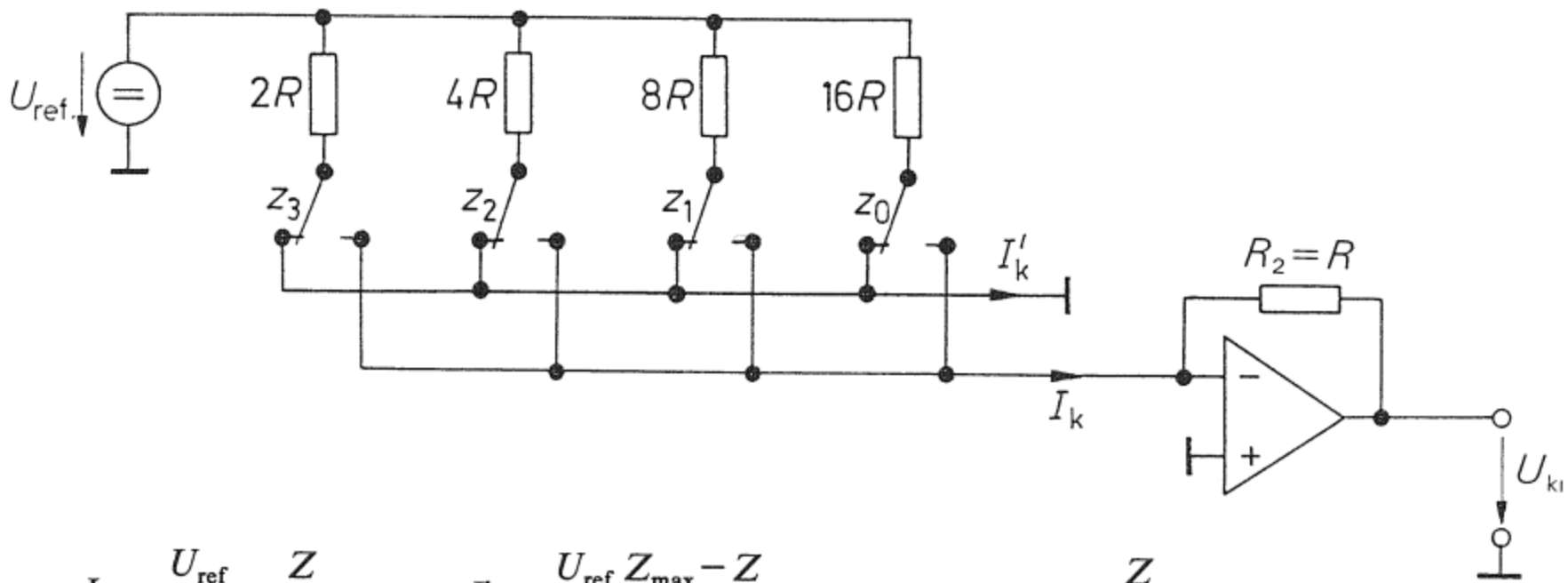


A referenciafeszültség-forrás terhelése Z értékétől függ:

$$0000 \rightarrow I_{REF} = 0 \qquad 1111 \rightarrow I_{REF} = \frac{15}{16} \cdot \frac{U_{REF}}{R}$$

Ez hátránynak számít. Miért ?

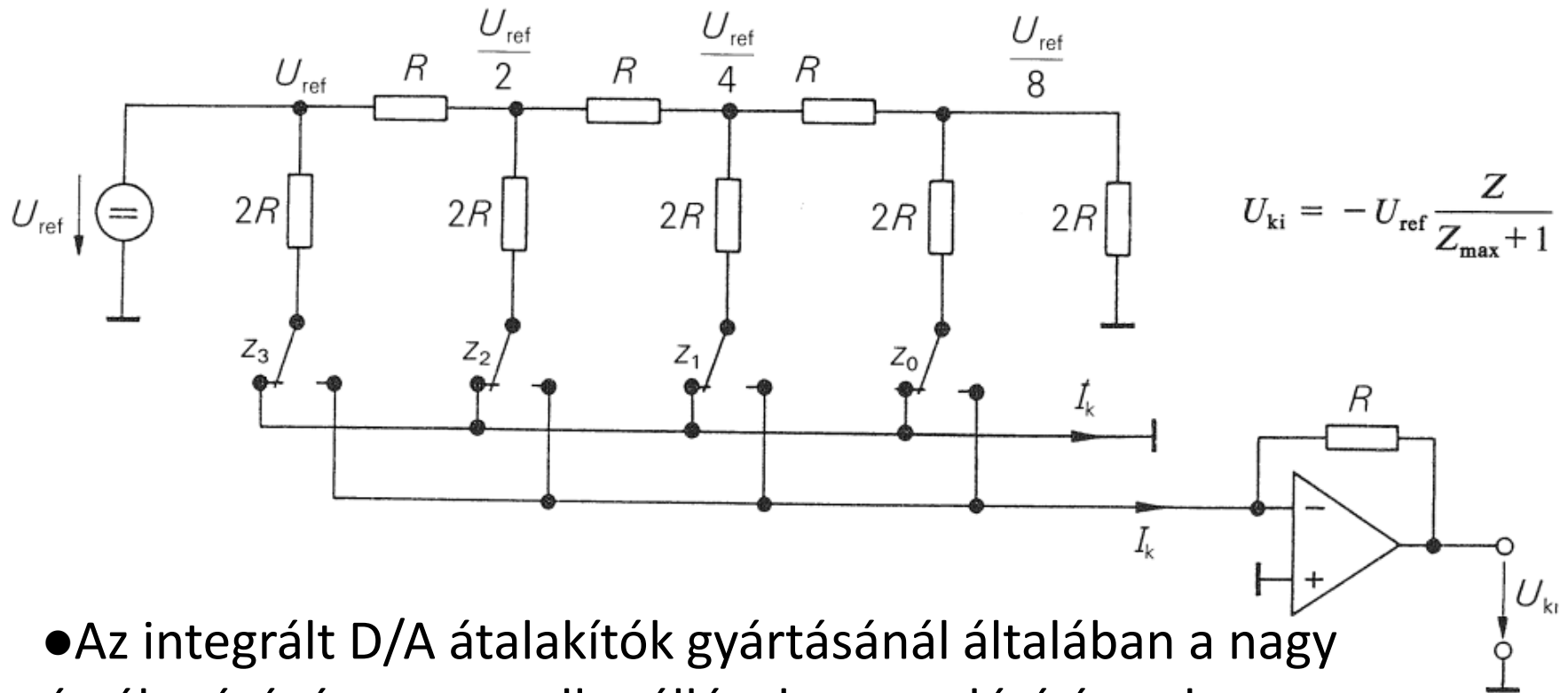
U_{REF} állandó terhelése



$$I_k = \frac{U_{ref}}{R} \frac{Z}{Z_{max} + 1}; \quad I'_k = \frac{U_{ref}}{R} \frac{Z_{max} - Z}{Z_{max} + 1}; \quad U_{ki} = -U_{ref} \frac{Z}{Z_{max} + 1}$$

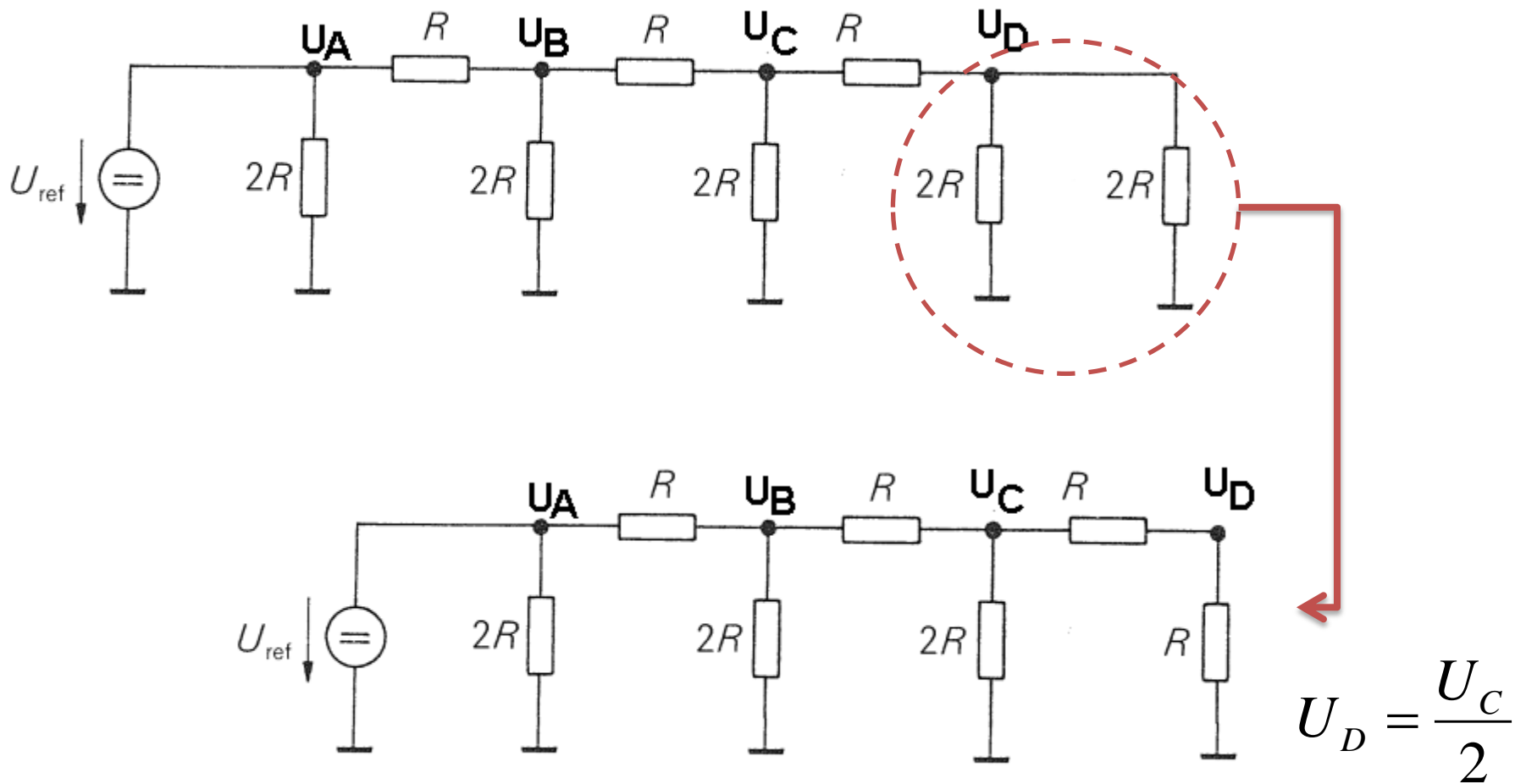
$$I_{REF} = I_K + I'_K = \frac{Z_{MAX}}{Z_{MAX} + 1} \cdot \frac{U_{REF}}{R}$$

Megjegyzés

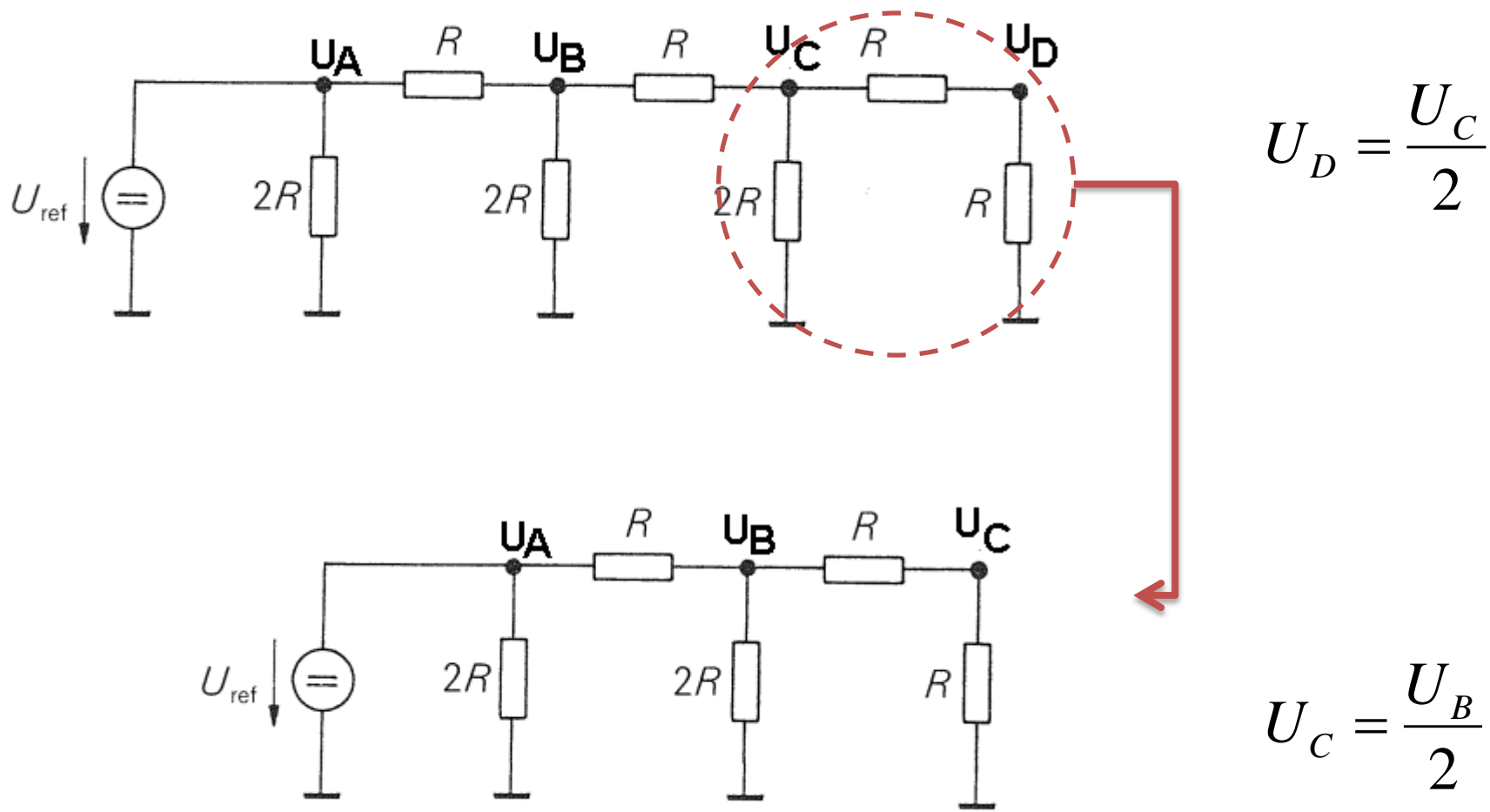


- Az integrált D/A átalakítók gyártásánál általában a nagy értékszórású, pontos ellenállások megvalósítása okozza a legnagyobb nehézségeket.
- Ezért a súlyozást a helyértékek szerint gyakran ellenállás-létrahálózattal valósítjuk meg.

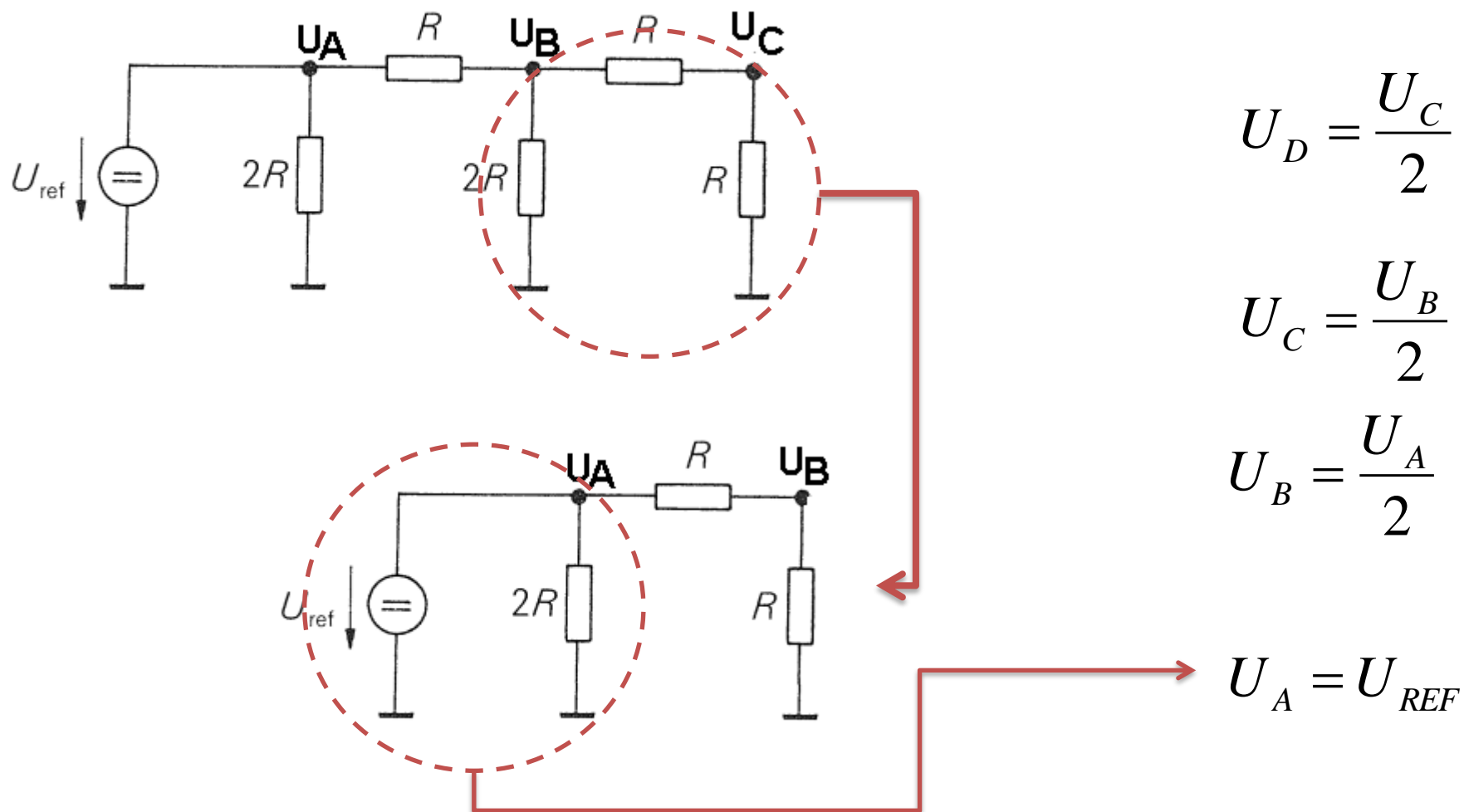
R-2R hálózat



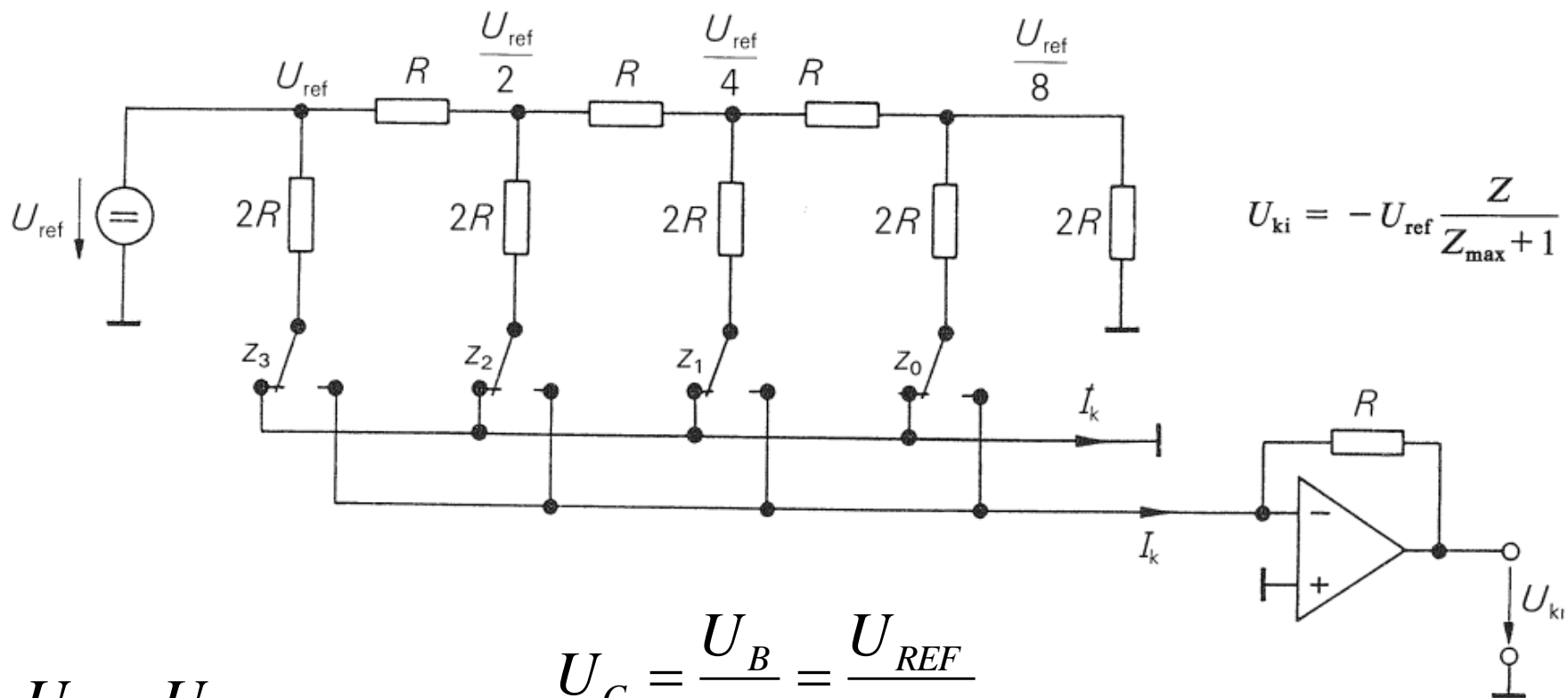
R-2R hálózat



R-2R hálózat



R-2R hálózat



$$U_{ki} = -U_{ref} \frac{Z}{Z_{max} + 1}$$

$$U_A = U_{REF}$$

$$U_C = \frac{U_B}{2} = \frac{U_{REF}}{4}$$

$$U_B = \frac{U_A}{2} = \frac{U_{REF}}{2}$$

$$U_D = \frac{U_C}{2} = \frac{U_{REF}}{8}$$

$$U_{KI} = -\frac{U_{REF}}{16} \cdot Z$$

Köszönöm a figyelmet !

