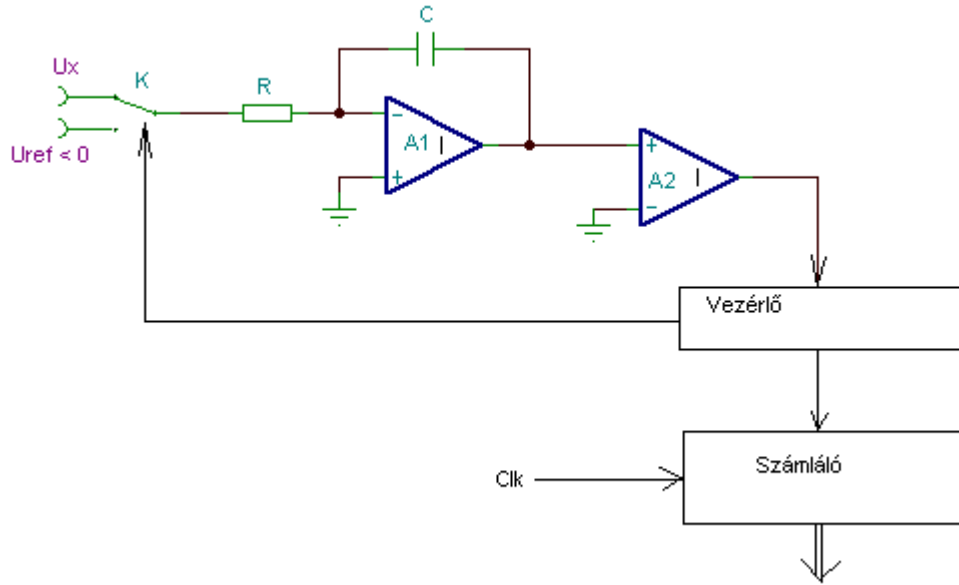


# AD/DA átalakítók – 8. fejezet

## /Elmélet & Képletgyűjtemény/

### 1. Kettős meredekségű, Dual-slope AD átalakító

- Felépítése



- Működése

$$-\frac{1}{R \cdot C} \cdot \int_0^{T_I} U_x \cdot dt = -\frac{1}{R \cdot C} \cdot \int_0^{T_x} U_{ref} \cdot dt \Rightarrow U_x = U_{ref} \cdot \frac{T_x}{T_I}$$

- Átviteli függvénye

$$H(f) = \frac{\sin(\pi \cdot f \cdot T_I)}{\pi \cdot f \cdot T_I}$$

- Zavar jel elnyomása

Azokat a periodikus zavarokat, amelyek periódusidejének egész számú többszöröse az integrálási idő, kiszűri:

$$T_I = k \cdot T_z; \quad k \in \mathbb{Z}^+$$

## Példák

### 8.8. feladat

Egy dual-slope AD átalakító a [0,1]V intervallumban alakít át feszültséget. A referenciafeszültség abszolút értéke 1V.

- Milyen pontosnak kell lennie (mekkora relatív hibája lehet) a referenciafeszültségnek, ha azt akarjuk, hogy az átalakító 20 bites legyen? Az időmérés hibáját elhanyagoljuk.
- Mekkora integrálási időt válasszunk, hogy az átalakító az 50 és 60Hz-es zavarjeleket is elnyomja?
- Mekkora hiba engedhető meg az időmérés során, ha az integrálási idő hibáját elhanyagolhatjuk?

Megoldás:

#### a) Referenciafeszültség pontossága

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{\Delta U_r}{U_r} + \frac{\Delta T_x}{T_x} + \frac{\Delta T_l}{T_l}; \quad \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta T_x}{T_x} + \frac{\Delta T_l}{T_l} = 0$$

$$\Delta U = LSB = \frac{FS}{2^b}$$

$U_r$  szükséges pontossága esetén  $U = FS$ , ami alapján:

$$\frac{\Delta U_r}{U_r} < \frac{\Delta U}{U} = \frac{1}{2^b} \cong 9.537 \cdot 10^{-7}$$

#### b) Integrálási idő kiválasztása

$$T_l = k_1 \cdot \frac{1}{50\text{Hz}} = k_1 \cdot 20\text{ms}; \quad T_l = k_2 \cdot \frac{1}{60\text{Hz}} = k_2 \cdot 16\frac{2}{3}\text{ms}$$

A legkisebb közös többszörös  $k_1 = 5$ ;  $k_2 = 6$  választással 100ms, így  $T_l = 100\text{ms}$ .

#### c) Időmérés megengedhető hibája

Az időmérés hibája a referencia feszültség pontosságának megfelelő megfontolásokkal:

$$\frac{\Delta T_x}{U_x} < \frac{\Delta U}{U} = \frac{1}{2^b} \cong 9.537 \cdot 10^{-7}$$

### 8.16. feladat

Egy elektronikus műszer dual-slope AD átalakítót tartalmaz. A hálózati zavarok kiszűrése céljából az integrálási idő 20ms. Egy alkalmazásban azonban a mérendő jelre 60, 400, illetve 810Hz-es szinuszos zavarjel szuperponálódik. Feltéve, hogy a zavarjelek amplitúdója megegyezik, állítsuk sorrendbe a zavarjeleket az általuk okozott worst case mérési hiba alapján.

Megoldás:

A mérési hiba a dual-slope átalakító átviteli függvényének abszolút értékéből állapítható meg:

$$|H(f)| = \left| \frac{\sin(\pi \cdot f \cdot T_l)}{\pi \cdot f \cdot T_l} \right|$$

A 3 frekvencia esetében ez az érték:

$$|H(60\text{Hz})| = 0.1559; \quad |H(400\text{Hz})| = 0; \quad |H(810\text{Hz})| = 0.01155;$$

Azaz a legnagyobb hibát a 60Hz-es zavarjel okozza, a 810Hz-es jel kisebb hibát okoz, és a 400Hz-es jel nem okoz mérési hibát.

### 8.18. feladat

Egy digitális DC voltmérőben  $b=16$  bites dual-slope AD átalakító üzemel. Az átalakító a feszültséget a  $\pm 2V$  tartományban alakítja át. Az átalakító erősítéshibája  $h_g = 0.02\%$ , az integrális nemlinearitás  $INL=1.2$ , az ofszetfeszültség  $U_o = 0.1mV$ .

- A bitszám alapján adjuk meg, hány decimális számjegyet (digitet) lehet a műszer kijelzőjén megjeleníteni!
- A további adatok alapján adjuk meg a műszer mért értékre és végértékre vonatkoztatott relatív hibáját!

Megoldás:

#### a) Digitek száma

- kvantálási lépcső megadása:

$$q = \frac{FS}{2^b}$$

- az utolsó értékes digitre:

$$10^{-k} < q$$

- A fentiek alapján  $k$  értéke:

$$k = \lg \frac{2^b}{FS} = 4.2144 \Rightarrow k = 5$$

Ahol  $k$

- $k$  a tizedespont utáni digitek száma, így ehhez még hozzá kell adni a tizedespont előtt álló digitek számát, ami jelen esetben 1 digitet jelent. Azonban gyakorlatban mivel a feladat alapján ez a digit csak 0 vagy 1 értékű lehet, ezért szokták  $\frac{1}{2}$  digitnek nevezni, tehát a műszer valójában:

$$D = k + 0.5 = 5.5 \text{digites}$$

#### b) Mért értékre és végértékre vonatkoztatott relatív hiba

- Mért értékre vonatkoztatott relatív hiba az átalakító erősítéshibája:

$$h_{o.v.} = h_g = 0.02\%$$

- Végértékre vonatkoztatott hiba az ofszetfeszültségből és az integrális nemlinearitásból adódik:

$$h_{o.v.} = \frac{1}{U_{\max}} \cdot [U_o + INL \cdot q] = \frac{1}{U_{\max}} \cdot \left[ U_o + INL \cdot \frac{FS}{2^b} \right] = \frac{1}{2V} \cdot \left[ 10^{-4}V + 1.2 \cdot \frac{4V}{2^{16}} \right] = 8.66 \cdot 10^{-5}$$