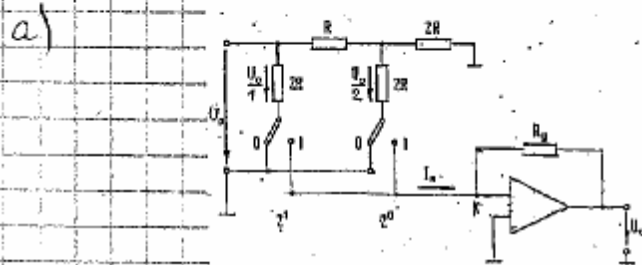


10.1 DAU mit Kehleleure R/2R



b) $R = 10 \text{ k}\Omega$, $\beta = \left| \frac{1 \text{ V}}{0,1 \text{ mA}} \right| = R_g \rightarrow R_g = 10 \text{ k}\Omega$

c) $2^0 \rightarrow I_e = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{1}{2R} \rightarrow U_{a1} = I_e R_g = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{R_g}{2R} = \frac{U_0}{4} = 2,5 \text{ V}$

$2^1 \rightarrow I_e = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{1}{R} \rightarrow U_{a1} = \frac{U_0}{2} = 5,0 \text{ V}$

8 mögl. U_a -Werte: 0 / 2,5 V / 5,0 V / 7,5 V

10.2 Quantisierungseffekte bei ADUmsetzung

a) $U_{\text{AD}} = (a_{m-1} 2^{-1} + a_{m-2} 2^{-2} + \dots + a_0 2^{-m}) U_{\text{ref}}$

b) $m=4 \rightarrow 2^m = 16$ mögl. Werte; $1 \text{ LSB} = \frac{U_{\text{ref}}}{2^m} = 1,0 \text{ V}$

$U_{\text{AD}} = 0 \text{ V} / 1 \text{ V} / \dots / 14 \text{ V} / 15 \text{ V}$; $F_{\text{SR}} = U_{\text{ref}} - 1 \text{ LSB} = 15 \text{ V}$

c) $F_{\text{rel}} = \frac{1 \text{ LSB}}{U_{\text{ADmax}}} = \frac{1 \text{ LSB}}{U_{\text{ref}} - 1 \text{ LSB}} \approx 1 \text{ LSB} \cdot 2^{-m}$

d) $m_{\text{R-rot}}(F_{\text{rel}}) = -\ln(F_{\text{rel}}) / \ln 2$

$< 1\% \rightarrow m \approx 6,64 \rightarrow \underline{m \geq 7}$

$< 0,1\% \rightarrow m \approx 9,96 \rightarrow \underline{m \geq 10}$

$< 0,01\% \rightarrow m \approx 13,3 \rightarrow \underline{m \geq 14}$

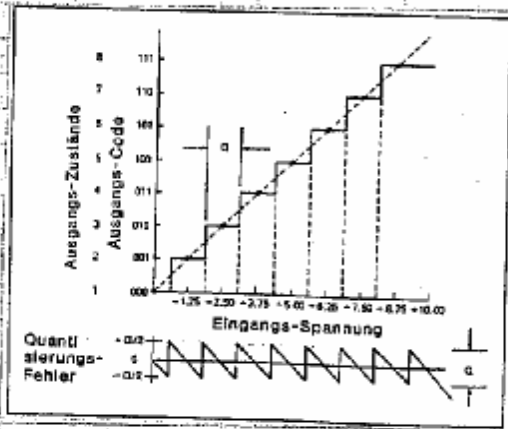
10.3. Kleinwerte eines ADU

geg: $m=3$; $U_{ref} = 10V$ $U_e = 0V \dots 10V$

a) $1 \text{ LSB} = \frac{U_{ref}}{2^m} = \frac{10V}{8} = 1,25V \rightarrow$

$U_{eB} = 0V / 1,25V \dots 8,75V$ $FSR = 8,75V$

b)



Mittelpunkte der Stufen bei:

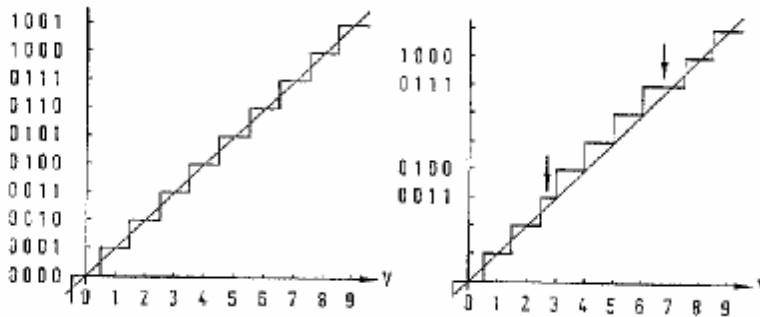
$1,25V + k \cdot \text{LSB}$

($k = 0, 1, 2, \dots$)

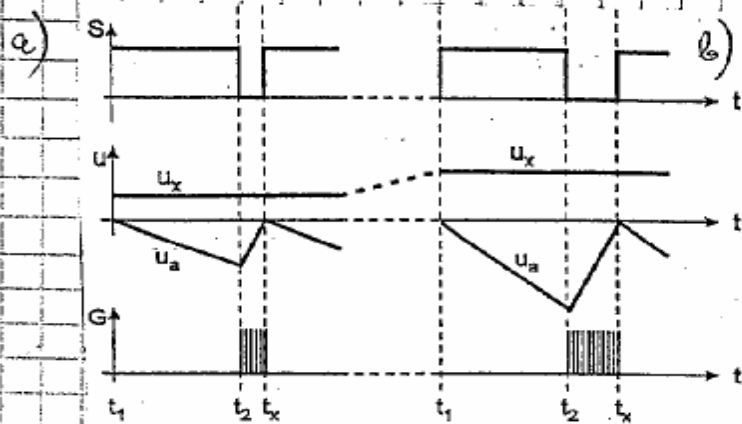
c) DNL: Abweichung von der Stufenbreite

INL: Integral über DNL

d)



10.4 Dual Slope FADU



t_1 bis t_2 : Aufintegration von U_x
 t_2 bis t_x : Abintegration von U_0

$$c) u_a(t_2) = -\frac{1}{RC} U_x (t_2 - t_1)$$

$$u_a(t_2 < t \leq t_3) = -\frac{1}{RC} U_x (t_2 - t_1) + \frac{1}{RC} U_0 (t - t_2)$$

$$u_a(t_x = 0)$$

$$d) t_x - t_2 = \frac{U_x}{U_0} (t_2 - t_1)$$

$$T = t_x - t_2$$

$$e) \text{Zeitintervallmessung von } T \Rightarrow N_x = f_0 T \text{ mit } t_2 - t_1 = \frac{N_0}{f_0}$$

$$N_x = \frac{N_0}{U_0} U_x \frac{t_2}{t_1}$$

$$f) \frac{N_x}{N_0} = \frac{U_x}{U_0} \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} (U + U_s \sin \omega_s t) dt \quad \omega_s = 2\pi f_s$$

$$g) t_2 - t_1 = \frac{1}{f_s}$$

b) R, C, f_0 Langzeitschwankungen ohne Einfluss

U_0 Drift geht in das Messergebnis ein

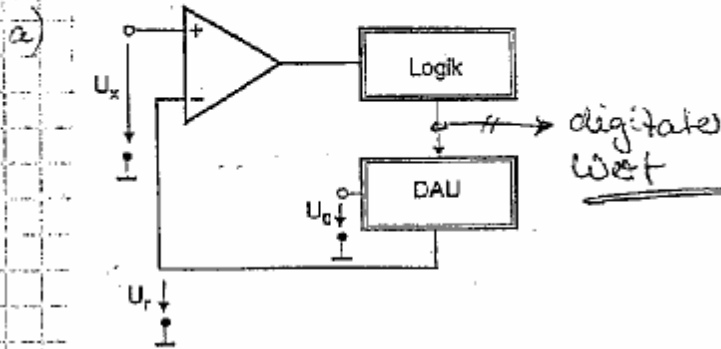
$$i) u_a = -\frac{1}{RC} U_x T \quad T = 20 \mu s$$

$$|u_a| = \frac{RC}{T} u_a = \frac{10^6 \Omega \cdot 200 \text{ ns}}{20 \mu s} 10 \text{ V} = \underline{1 \text{ V}}$$

$$j) N_x = f_0 \cdot T \quad \text{für } 1000 \text{ V} \Rightarrow N_x = 1000$$

$$f_0 = \frac{1000}{20 \mu s} = \underline{50 \text{ kHz}}$$

10.5 Analog / Digital + Umsetzer



$$b) \text{LSB} = \frac{U_0}{2^m} = \frac{8V}{2^4}$$

$$\text{LSB} = 0.5V$$

- c) ADU1: 4V / 2V / 1V / 0.5V (jeweils Halbierung)
 ADU2: () / 7.5V / ... / 0.5V / 0V (gleiche 0.5V-Schritte)

- d)
- | ADU1 | ADU2 |
|---|------------------------|
| 1. 4V → bleibt | 1. 0.5V |
| 2. (4+2)V > 5.3V → weg | 2. 1.0V |
| 3. (4+1)V < 5.3V → bleibt | ... |
| 4. (4+0.5)V > 5.3V → weg | 11. 5.0V |
| $\frac{5.3}{0.5} = 10.6 \rightarrow 10$ | 12. 5.5V |
| | $\frac{5.5}{0.5} = 11$ |

