

6.5 u/t -Zweirampenumsetzer (dual slope converter)

In Bild 1 ist der u/t -Zweirampenumsetzer dargestellt. Der Taktgeber liefert die Frequenz f_0 . Für die Abintegration gilt

$$f_0 (t_2 - t_1) = N_a.$$

Die unbekannte Spannung u_x ist umzusetzen.

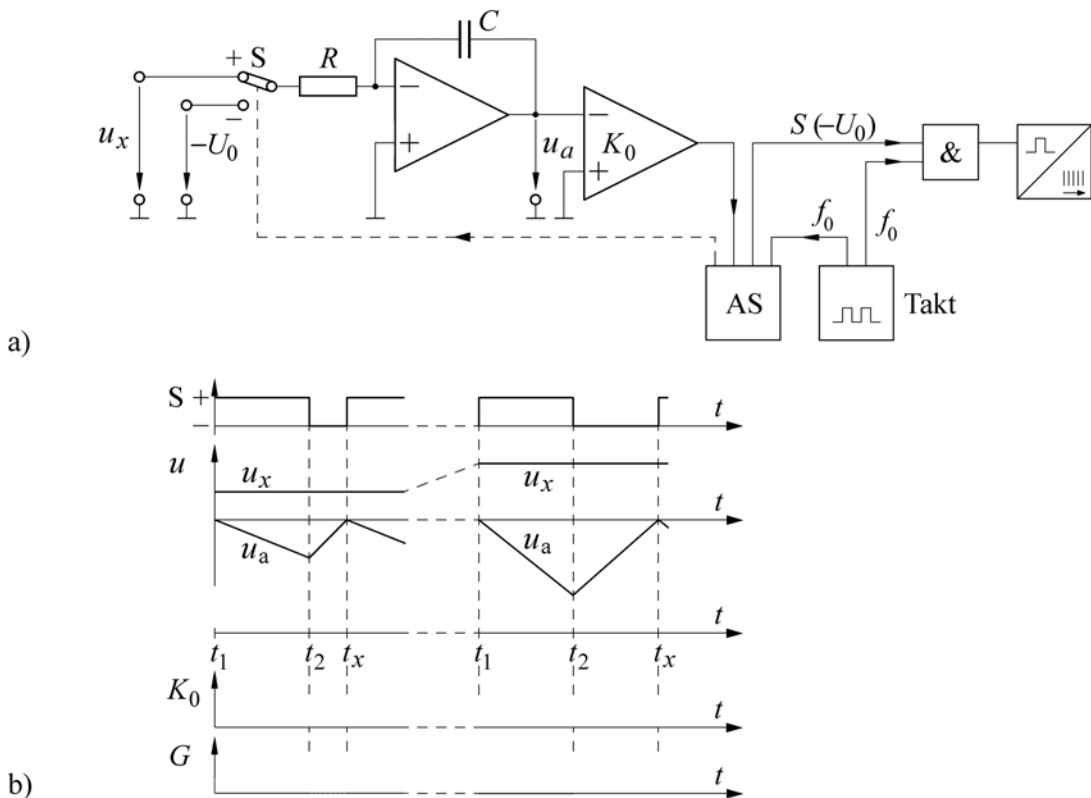


Bild 1: u/t -Zweirampen-Umsetzer a) Blockschaltbild b) Signale

a) Ergänzen Sie in Bild 1 die Zeitverläufe von K_0 und G .

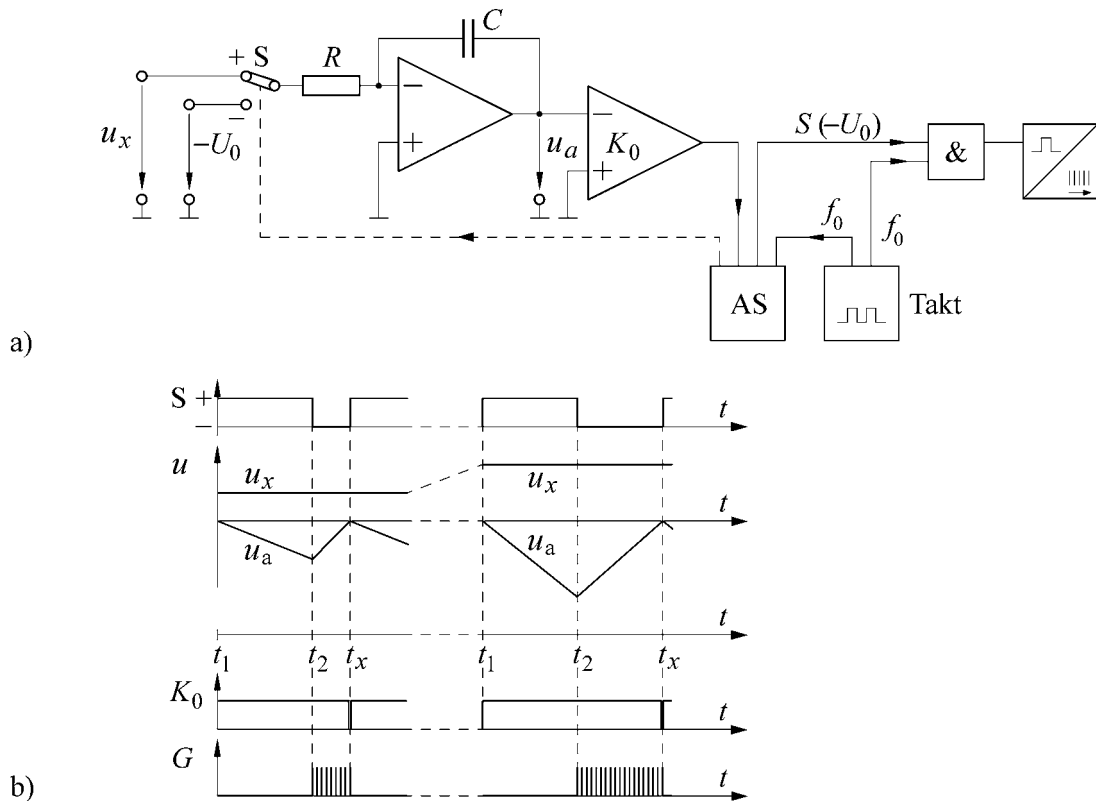


Bild 2: u/t -Zweirampen-Umsetzer a) Blockschaltbild b) Signale

u_x wird in der Zeit $t_2 - t_1$ abintegriert, $-U_0$ wird in der Zeit $t_x - t_2$ aufintegriert.

b) Berechnen Sie die Integratorausgangsspannung u_a zu und zwischen den Zeiten t_2 und t_x .

$$u_a(t_2) = -\frac{1}{RC} \bar{u}_x (t_2 - t_1), \quad (1)$$

$$u_a(t_2 \leq t \leq t_x) = -\frac{1}{RC} \bar{u}_x (t_2 - t_1) + \frac{1}{RC} U_0 (t - t_2), \quad (2)$$

$$u_a(t = t_x) = 0. \quad (3)$$

c) Welches Zeitintervall ist von der Messgröße u_x abhängig?

Das Zeitintervall $t_x - t_2$ ist von der Messgröße u_x abhängig:

$$T = t_x - t_2 = \frac{\bar{u}_x}{U_0} (t_2 - t_1). \quad (4)$$

d) Der Mittelwert \bar{u}_x der unbekanntem Spannung wird als Zählerstand N_x abgebildet. Wie lautet der Zusammenhang?

Aus Gl. (4) folgt

$$\frac{N_x}{f_0} = \frac{\bar{u}_x}{U_0} \frac{N_a}{f_0}, \quad (5)$$

$$N_x = \frac{N_a}{U_0} \bar{u}_x. \quad (6)$$

e) Welcher Zählerstand ergibt sich, wenn der Eingangsspannung u_x eine sinusförmige Störung mit der Frequenz f_s und der Amplitude \hat{u}_s überlagert wird?

Zu \bar{u}_x ist das integrierte Störsignal \bar{u}_s hinzu zu addieren:

$$\bar{u}_s = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \hat{u}_s \sin 2\pi f_s t, \quad (7)$$

$$N_x = \frac{N_a}{U_0} (\bar{u}_x + \bar{u}_s). \quad (8)$$

f) Wie lässt sich eine „Filterung“ dieser Störfrequenz erreichen?

Die gemittelte Störspannung verschwindet für ganze Perioden der Störspannung, also für

$$t_2 - t_1 = k \cdot \frac{1}{f_s} \quad \text{mit } k = 1, 2, \dots$$

g) Der ADU wird azusgelegt mit $R = 10 \text{ k}\Omega$ und $C = 200 \mu\text{F}$. 50-Hz-Störungen sollen ohne Einfluss bleiben. Die Integrationsausgangsspannung u_a darf 10 V nicht überschreiten. Welche maximale Gleichspannung $u_{x \max}$ ist zulässig?

Es gilt

$$\begin{aligned} u_a &= \frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} u_{x \max} dt \\ &= \frac{1}{RC} \bar{u}_{x \max} (t_2 - t_1). \end{aligned} \quad (9)$$

Mit der angegebenen Auslegung ergibt sich:

$$\begin{aligned} 10 \text{ V} &= -\frac{1}{10 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-7}} \bar{u}_{x \max} (t_2 - t_1) \\ \bar{u}_{x \max} (t_2 - t_1) &= -10 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = -20 \text{ mVs}. \end{aligned} \quad (10)$$

Da die 50-Hz-Störfrequenzen unterdrückt werden sollen, muss die Abintegrationszeit $t_2 - t_1$ ein Vielfaches von 20 ms sein. Es können also gemessen werden:

$u_{x\max}$	$t_2 - t_1$
1 V	20 ms
0,5 V	40 ms
0,333 V	60 ms
0,25 V	80 ms usw.

h) Wie groß muss die Taktfrequenz f_0 mindestens sein, damit bei $U_0 = 10\text{ V}$ im (1 V, 20 ms)-Messbereich auf 1 mV genau gemessen werden kann?

Aus den Gln. (2) und (3) folgt für den (1 V, 20 ms)-Messbereich die Aufintegrationszeit:

$$u_a(t = t_x) = 0 = -\frac{1}{RC} \cdot 1 \cdot 20 + \frac{1}{RC} U_0 (t_x - t_2),$$

$$U_0 (t_x - t_2) = 20 \text{ V ms},$$

$$10 (t_x - t_2) = 20 \text{ V ms},$$

$$t_x - t_2 = 2 \text{ ms}. \tag{11}$$

Um in 2 ms mindestens 1000 Ereignisse zu zählen, darf die Periodendauer T_0 der Taktfrequenz höchstens $2\ \mu\text{s}$ sein; die Taktfrequenz f_0 muss mindestens 50 kHz sein.

) * (