

### 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.

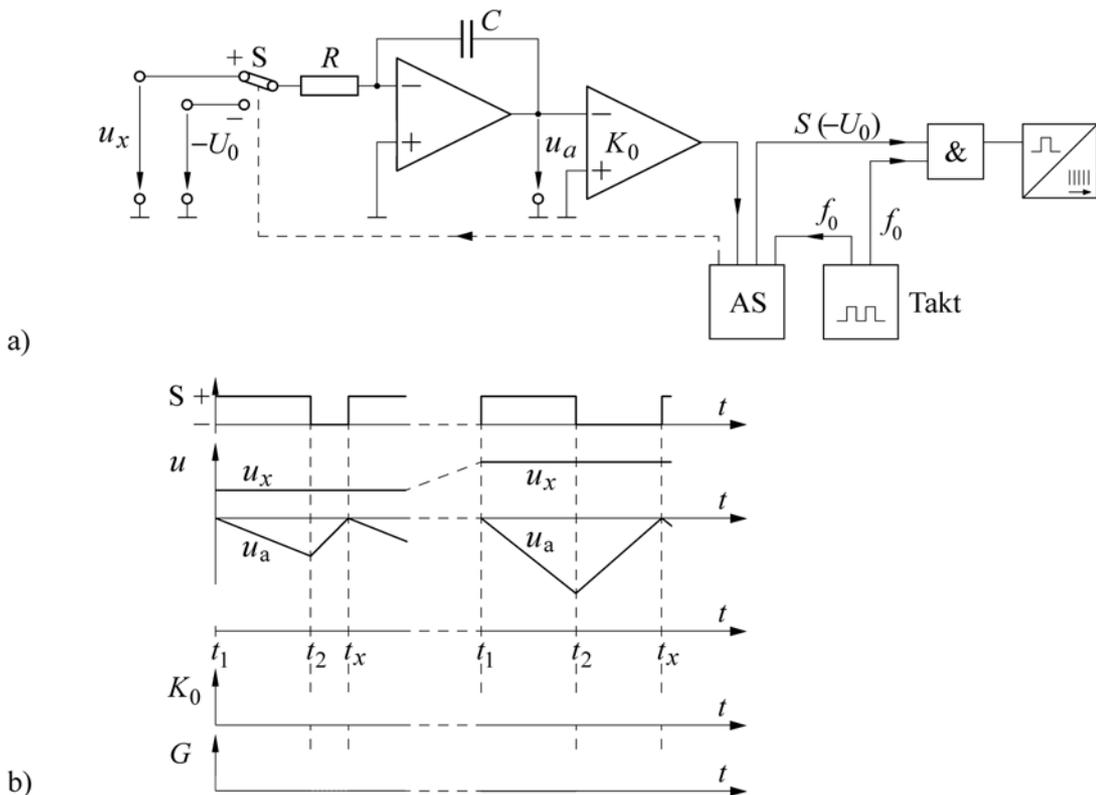


Bild 1:  $u/t$ -Zweirampen-Umsetzer a) Blockschaltbild b) Signale

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

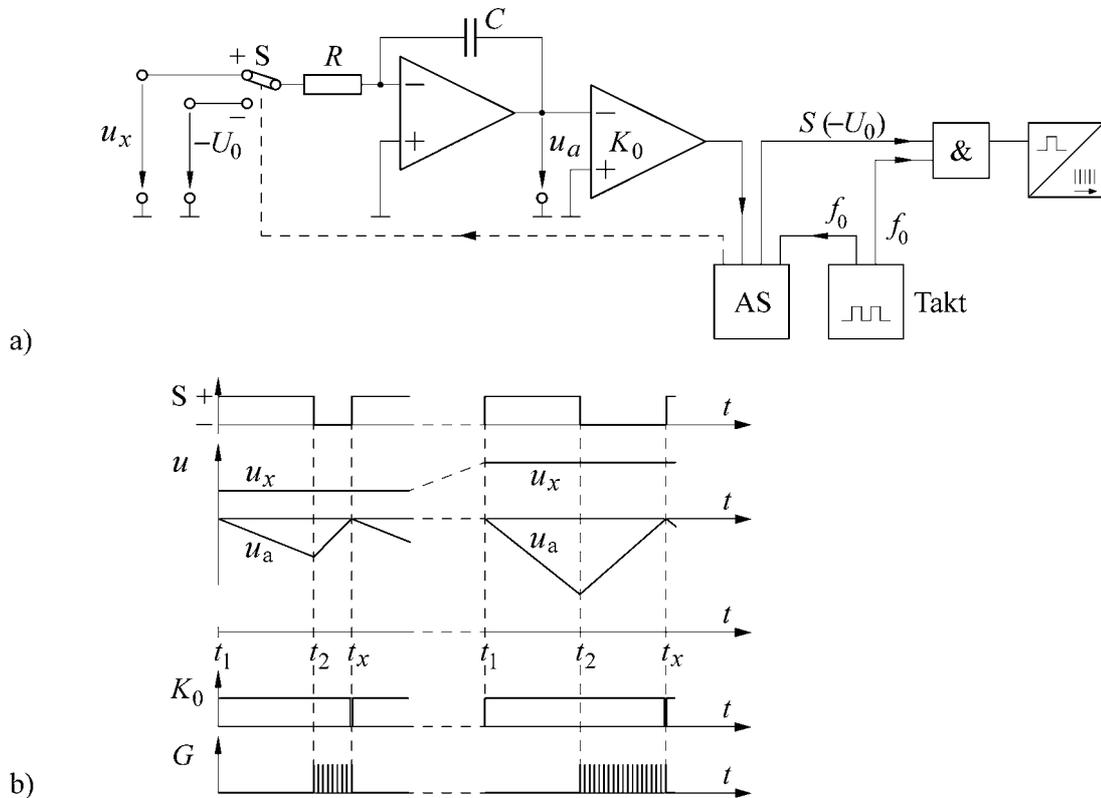


Bild 2:  $u/t$ -Zweirampen-Umsetzer a) Blockschaltbild b) Signale

$u_x$  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.

) \* (