

# Übungen zur Vorlesung Grundlagen der Messtechnik

Prof. Dr. G. Dollinger

---

## 1. Digitale Zeitmessung

Die stabilisierte Resonanzschwingung des Resonators der Atomuhr mit  $f = 9,192631770$  GHz wird als Impulsgeber ähnlich einem Schwingquarz benutzt.

- (a) Skizzieren Sie eine Schaltung, mit der die Schwingung in die digitalen Pulse umgewandelt wird.
- (b) Die Impulse sollen mit einem asynchronen Dual-Zähler gezählt werden. Zeichnen Sie eine Schaltung für einen 4-bit Dual-Zähler, sowie die zeitlichen Verläufe der Ladungssignale der Speicherglieder in Bezug auf das Taktsignal bis zum 8. (vollen) Takt.
- (c) Was ist der Nachteil eines asynchronen Zählers?
- (d) Sie wollen die Höhe eines Satelliten über der Bodenstation mit einem Laser mittels Laufzeitmessung bestimmen. Welche Laufzeit hat ein Laserpuls bei einer Höhe auf einer geostationären Bahn von 35800 km?
- (e) Wie viele Impulse zählt man während der Laufzeit von der Atomuhr?
- (f) Sie können die Position des Resonanzpeaks der Atomuhr auf etwa  $\sigma_f = 0.1$  Hz genau bestimmen. Berechnen Sie für die Laufzeitmessung die Unsicherheit  $\sigma_t$  in der Zeitbestimmung und der Höhenmessung. Gehen Sie davon aus, dass sich der Impuls-Zähler nicht "verzählt"?

## 2. Dual-Slope-Umsetzer

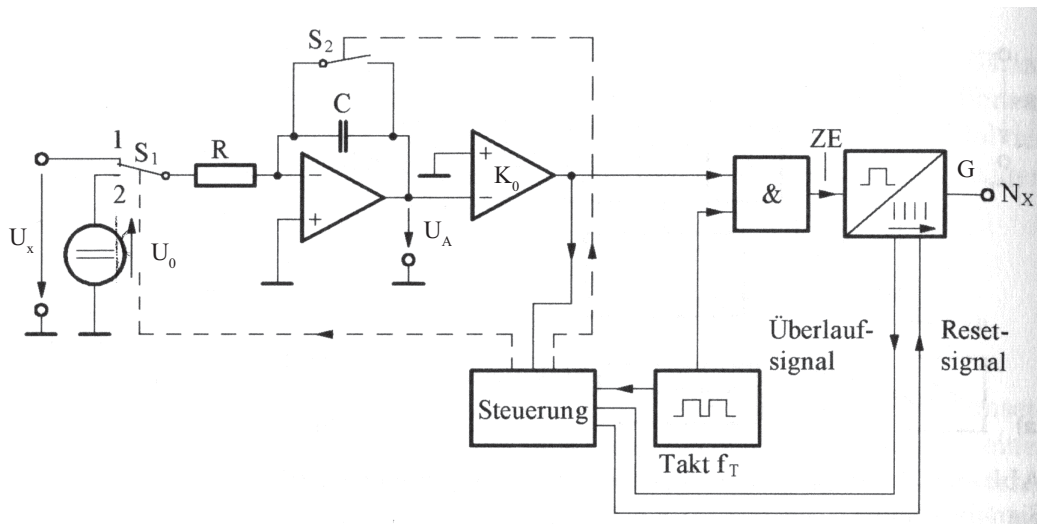


Abbildung 1: Prinzipschaltbild eines Dual-Slope-Umsetzers.

- Skizzieren Sie das Ablaufdiagramm (Schalterstellung  $S_1(t)$ , Ausgänge  $U_A(t)$ ,  $K_0(t)$  und  $G(t)$ ) für zwei verschiedene Eingangsspannungen  $U_x$  des Umsetzers von Abb. 1.
- Die Kapazität des Integrationsverstärkers sei  $C = 470 \text{ nF}$  und die Abintegrationszeit mit  $t_2 - t_1 = 100 \text{ ms}$  festgelegt. Wie dimensionieren Sie den Widerstand  $R$ , damit bei einer maximalen Eingangsspannung von  $10 \text{ V}$  der Wert der Ausgangsspannung  $U_A - 8 \text{ V}$  nicht unterschritten wird? Die Referenzspannung sei  $U_0 = 10 \text{ V}$ .
- Welche Taktfrequenz wird für eine 4-stellige Anzeige benötigt, wenn eine Anzeige von 1000 einem Spannungswert von  $10 \text{ V}$  entspricht?
- Welcher auf den Messbereich bezogene maximale Fehler entsteht, wenn die Verzögerungszeit des Komparators  $t_{K_0} = 10 \mu\text{s}$  und die des Schalters  $S_1$  (Zeit zwischen Anlegen des Schaltbefehls und dem tatsächlichen Umschalten)  $t_{S_1} = 5 \mu\text{s}$  beträgt?