

## 5.6 Digitale Geschwindigkeitsmessung

Sachworte: Digitale Geschwindigkeitsmessung, T-FlipFlop, Quantisierungsfehler

Ein inkrementaler Glasmaßstab mit Markierungen im Abstand von  $d$  bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v$ . Eine optische Abtastung liefert Impulse  $u_x(t)$ , die nach einer analogen Komparatorstufe als Rechteckimpulse  $u_1(t)$  mit den logischen Pegeln "0" und "1" bei unveränderter Frequenz  $f_x$  zur Verfügung stehen.

Die Geschwindigkeit  $v$  des Glasstabes soll nach dem Prinzip der Frequenzmessung bestimmt und auf einem Zähler, der die positiven Flanken zählt, als Zählerstand  $N$  angezeigt werden.

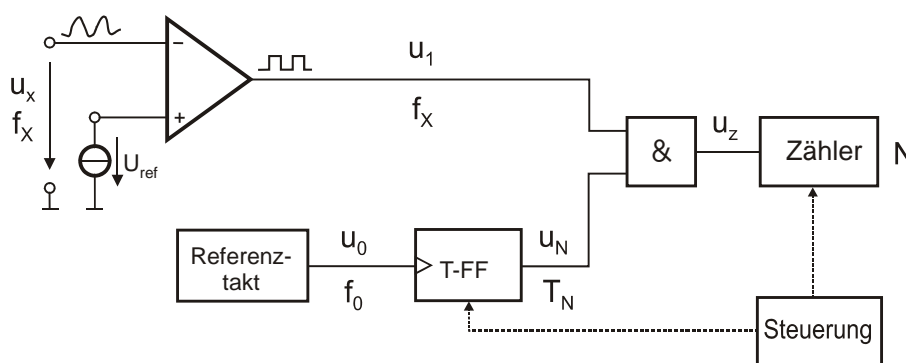


Bild 1

### Fragen

- a) Skizzieren Sie für eine konstante Geschwindigkeit  $v$  einen möglichen Spannungsverlauf von  $u_0(t)$ ,  $u_N(t)$  und  $u_z(t)$  für einen vollständigen Messzyklus, der zu einem Zählerstand von  $N = 8$  führt.

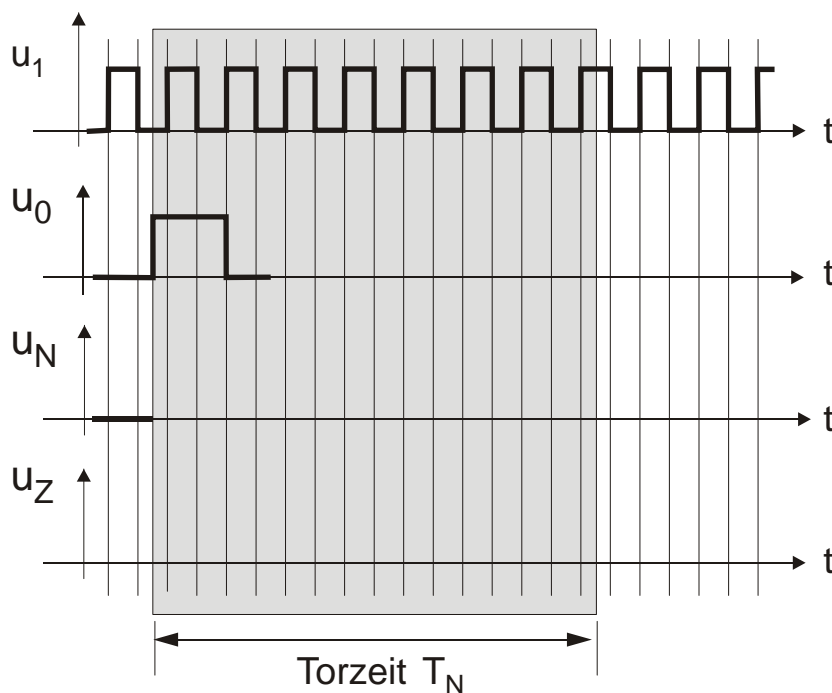


Bild 2

- b) Zeigen Sie durch Rechnung den Zusammenhang zwischen der Frequenz  $f_x$ , der Geschwindigkeit  $v$  und dem Markenabstand  $d$ .

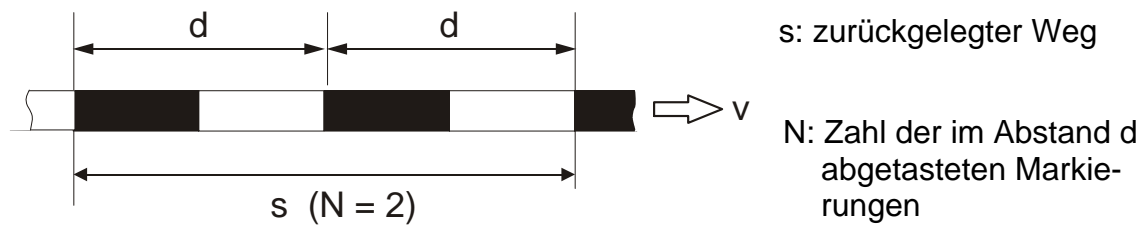


Bild 3

Bild 3 soll verdeutlichen, dass bei einer zurückgelegten Wegstrecke von z. B.  $s = 2d$  genau  $N = 2$  Marken abgetastet und so 2 Zählimpulse an das UND-Gatter geliefert werden.

- c) Berechnen Sie den Zählerstand  $N$  abhängig von der Frequenz  $f_x$  und der Referenzfrequenz  $f_0$ .
- d) Welcher Zusammenhang besteht schließlich zwischen der zu messenden Geschwindigkeit  $v$  und dem Zählerstand  $N$  abhängig von  $d$  und  $f_0$ ?
- e) Wie ist  $f_0$  zahlenmäßig in Hz zu dimensionieren, damit  $v$  direkt in mm/s angezeigt wird? ( $d = 10 \mu\text{m}$ )
- f) Wie groß ist dann der relative Quantisierungsfehler  $F_{Q \text{ rel}} = \Delta v/v$  bei einem Zählerstand  $N$ ?
- g) Skizzieren Sie Verlauf  $|F_{Q \text{ rel}}|$  abhängig von  $N$  einmal in einem Diagramm mit doppelt logarithmischem Maßstab für den Bereich  $N = 1$  bis  $N = 1000$  und dann in einem zweiten Diagramm mit doppelt linearem Maßstab für einen kleineren Bereich  $N = 0$  bis  $N = 200$ .

8