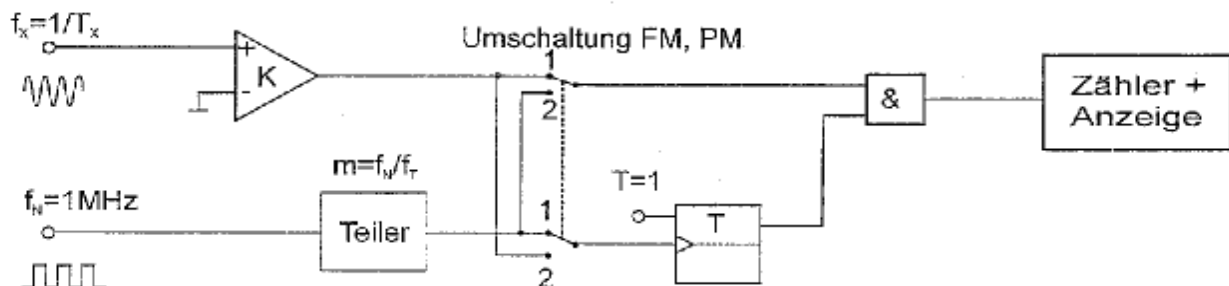


## Elektrische Messtechnik für Informatiker SS2003

### 9. Übung: Digitale Zeit- und Frequenzmessung

#### 9.1 Universalzähler

Dargestellt ist das vereinfachte Blockschaltbild eines digitalen Universalzählers zur Messung der unbekannten Frequenz  $f_x$ . Mit einem Schalter sind in der Stellung "1" die Betriebsart "FM" Frequenzmessung und in Stellung "2" die Betriebsart "PM" Periodendauermessung einstellbar.

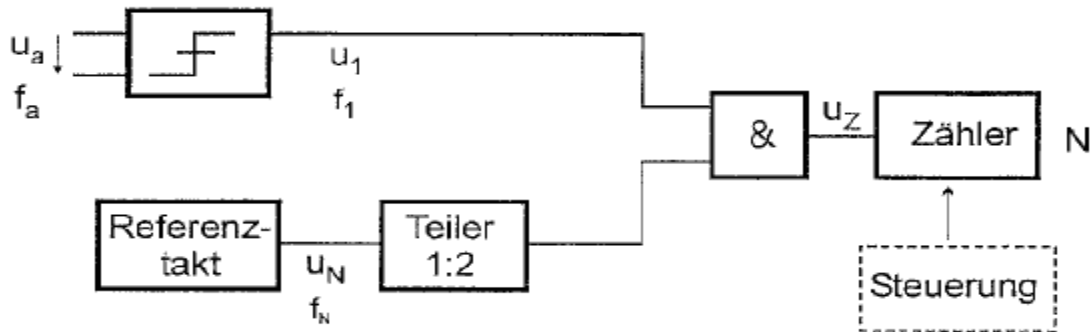


- Erklären Sie die Zuordnung von Schalterstellung "1" zu "FM" bzw. "2" "PM".
- Zeichnen Sie anhand des gegebenen Schaltbildes für jede der beiden Betriebsarten ein separates Blockschaltbild ohne Schalter.
- Ermitteln Sie für beide Betriebsarten die unbekannte Frequenz  $f_x$ , abhängig vom Teilverhältnis  $m$ , der Normalfrequenz  $f_0$  und der Anzeige  $N$ .
- Geben Sie für FM und PM jeweils die relativen Quantisierungs-Messabweichung  $F_{Qrel}$  der Anzeige  $N$  abhängig von  $f_x$  an.  
Bei welcher Frequenz  $f_{x0}$  in Hz sind beide Messabweichungen gleich gross?
- Stellen Sie den Zusammenhang von d) graphisch in einem Diagramm dar.
- Der Teilerfaktor  $m$  ist zwischen  $10^2$  und  $10^7$  in Zehnerpotenzen einstellbar. Welche Frequenz  $f_{x0}$  in Hz ergibt sich, wenn sowohl bei FM wie auch bei PM mit maximal möglicher Genauigkeit gemessen werden soll? (Aufgabe für's Besondere !)

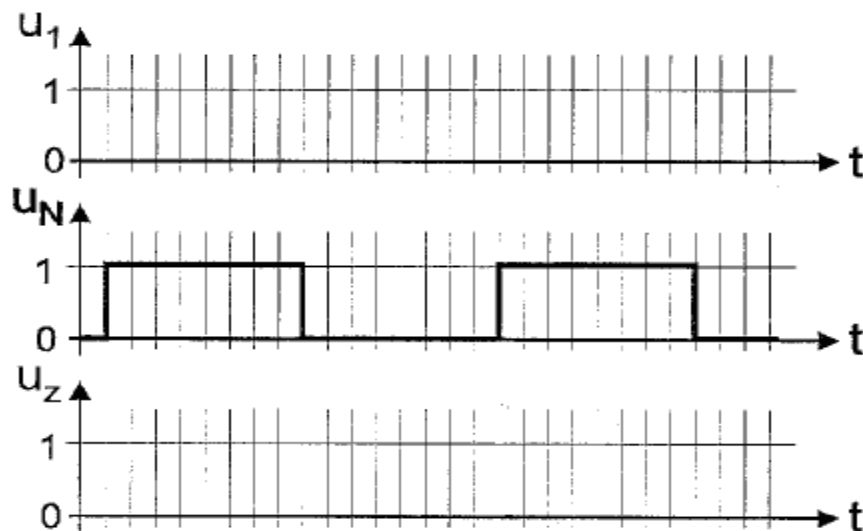
## 9.2 Digitale Geschwindigkeitsmessung (nicht sehr alte DVP-Aufgabe)

Ein inkrementaler Glasmaßstab mit Markierungen im Abstand von  $d$  bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v$ . Eine optische Abtastung liefert Impulse  $u_a(t)$ , die nach einer analogen Komparatorstufe als Rechteckimpulse  $u_1(t)$  (Pegel log. "0" und log. "1") mit der Frequenz  $f_a$  zur Verfügung stehen.

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



- a) Skizzieren Sie  $u_1(t)$  und  $u_Z(t)$  für den Vorgang des Hochzählens von  $N = 0$  bis  $N = 8$ . (Annahme:  $v = \text{konstant}$ )



- b) Zeigen Sie durch Rechnung den Zusammenhang  $f_1 = v / d$ .
- c) Berechnen Sie  $N$  abhängig von  $f_1$  und  $f_N$ .
- d) Wie berechnet sich letztendlich  $v$  aus  $N$ ,  $f_N$  und  $d$ ?
- e) Wie ist  $f_N$  zu dimensionieren, damit  $v$  direkt in mm/s angezeigt wird? ( $d = 1/100$  mm)
- f) Wie groß ist bei einem Zählerstand  $N$  die relative Quantisierungs-Messabweichung  $F_{Qrel} = \Delta v / v$ ?
- g) Skizzieren Sie  $|F_{Qrel}|$  abhängig von  $N$  in doppeltlinearem Massstab.

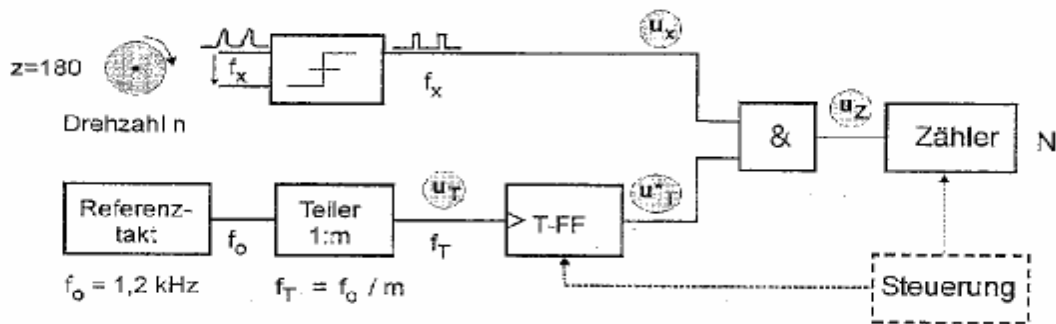
### 9.3 Digitale Frequenz- und Periodendauermessung

Eine Frequenz  $f_x = 1250 \text{ Hz}$  soll mit einem digitalen Meßgerät möglichst mit einer Auflösung von 4 Dezimalstellen durch eine digitale Frequenzmessung (FM) sowie durch eine digitale Periodendauermessung (PM) bestimmt werden. Der Zeitbasisgenerator des Meßgerätes verwendet in der Betriebsart „FM“ ein Torzeitsignal der Dauer  $T_0 = 1 \text{ s}$  und in der Betriebsart „PM“ einen Takt der Frequenz  $f_0 = 1 \text{ MHz}$ .

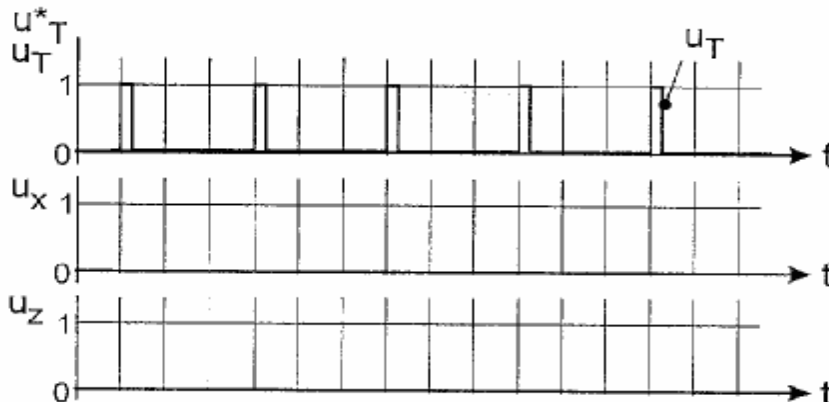
- Skizzieren Sie die Prinzip-Blockschaltbilder beider Betriebsarten.
- Welche Anzeige  $N_{FM}$  liefert die Betriebsart FM?
- Welche Anzeige  $N_{PM}$  liefert die Betriebsart PM?
- Welches Verfahren ist hinsichtlich der geforderten Auflösung vorzuziehen?
- Wie groß sind die Meßzeiten  $T_{FM}$  bzw.  $T_{PM}$  bei beiden Betriebsarten?
- Wodurch entsteht bei der digitalen FM bzw. PM der sog. Quantisierungsfehler?
- Wie groß ist in den Betriebsarten FM bzw. PM die relativen Quantisierungs-Messabweichungen  $F_{qFM}$  bzw.  $F_{qPM}$  in allgemeiner Form und zahlenmäßig?

### 9.4 Digitale Drehzahlmessung (DVP 20.3.2002)

An eine rotierende Welle ist ein Winkelgeber angeflanscht, der pro Umdrehung  $z=180$  Impulse liefert. Die Drehzahl  $n$  der Welle soll nach der Methode der Frequenzmessung bestimmt und in  $\text{min}^{-1}$  auf einem Zähler mit dem Zählerstand  $N$  angezeigt werden.



- Vervollständigen Sie das Diagramm um  $u_T^*$ ,  $u_x$  und  $u_z$  für einen Zählerstand  $N=6$ .



- Erstellen Sie eine Gleichung  $f_x = g(z, n)$ , in der  $n$  in  $\text{min}^{-1}$  und  $f_x$  in Hz auftreten.
- Berechnen Sie  $N = g(f_0, m, f_x)$  und daraus
- $N = g(f_0, m, n, z)$  mit  $n$  in  $\text{min}^{-1}$  und  $f_0$  in Hz.
- Bestimmen Sie das Teilverhältnis  $m$  so, dass die Drehzahl  $n$  direkt in  $\text{min}^{-1}$  angezeigt wird.