

Versuch 6: Drehzahlmessung

1. Versuchsaufbau

1.1. Umfang des Versuches

Im Versuch werden folgende Themenkreise behandelt:

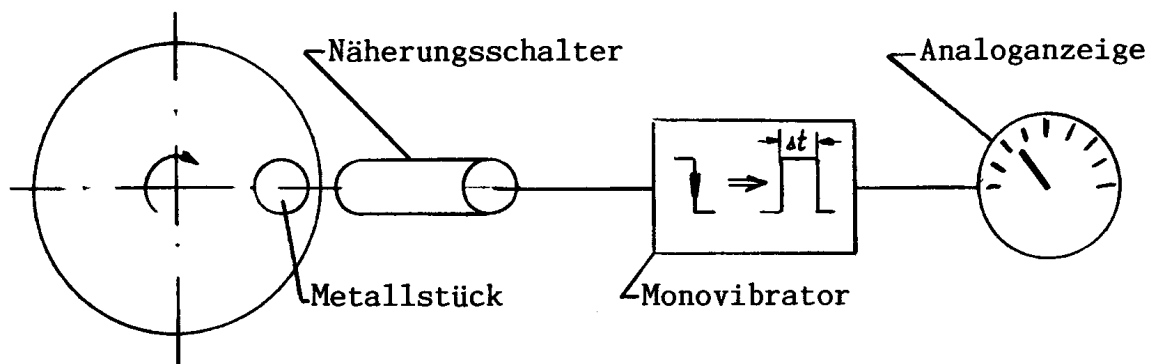
- Digitale Drehzahlmessung
- "Quasianaloge" Drehzahlanzeige mit Impulsmethode
- Digitales Speicheroszilloskop
- Stroboskop
- Wirbelstromprinzip
- Handmessgerät mit optischer Abtastung

1.2. Induktiver Näherungsschalter, Impulsmethode und Analoganzeige

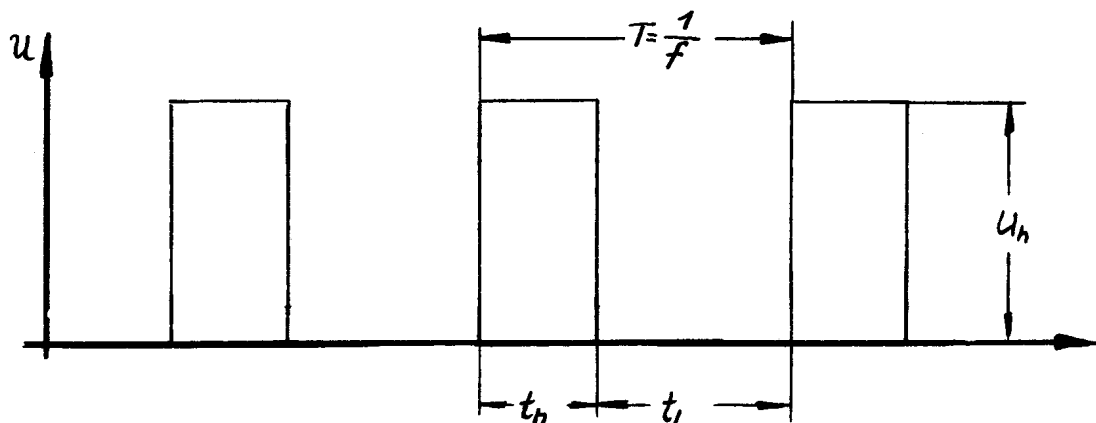
Der Näherungsschalter erzeugt an der aktiven Messfläche ein elektromagnetisches Wechselfeld. Wird ein ferromagnetischer Gegenstand in dieses Feld gebracht, so wird dem Feld durch erzeugte Wirbelströme Energie entzogen. Dies erkennt der Näherungsschalter und gibt ein entsprechendes Ausgangssignal aus.

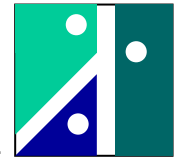
Zur Messung werden auf dem Rotor angebrachte Metallteile abgetastet. Jede Flanke des Messimpulses (High-Low-Übergang) löst im Monovibrator einen Impuls aus, dessen Impulsdauer an einem Potentiometer einstellbar ist ($T \sim R \cdot C$).

Funktionsprinzip:

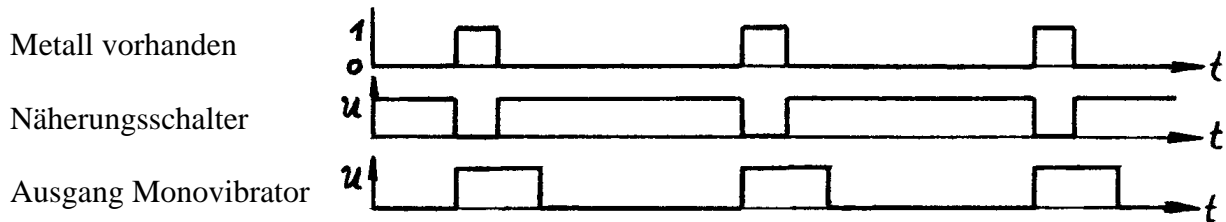


Für den zeitlichen Ablauf des Ausgangssignals des Monovibrators werden folgende Definitionen eingeführt:

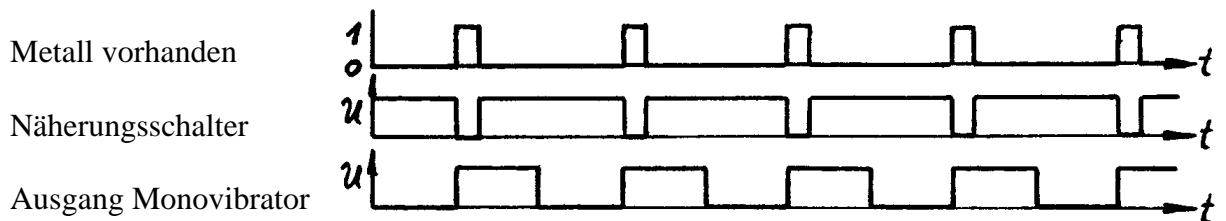




Impulsdigramm bei kleiner Drehzahl:



Impulsdigramm bei hoher Drehzahl:



Für das Ausgangssignal des Näherungsschalter gilt:

$$\frac{t_h}{t_l} = \text{konst} = f(\text{Geometrie})$$

Dieses Verhältnis ist abhängig von der relativen Breite der abgetasteten Metallsegmente. Für die weitere Betrachtung ist es jedoch ohne Bedeutung.

Für das Ausgangssignal des Monovibrators gilt:

$$t_h = \text{konst} = f(\text{Potentiometereinstellung zum Kalibrieren})$$

Der zeitliche Mittelwert des Ausgangssignals \bar{U} ist gleich:

$$\bar{U} = U_h \cdot \frac{t_h}{t_l + t_h} = U_h \cdot \underbrace{t_h}_{\text{konstant}} \cdot f$$

Bei der Impulsmethode wird die Spannung U_h konstant gehalten (Spannungsregler). Daraus folgt, dass der Gleichspannungsanteil \bar{U} proportional der Impulsfolgefrequenz und damit der Drehzahl des Rotors ist. Bei hinreichend großer Impulszahl pro Zeit wird durch die Trägheit des Zeigerinstrumentes eine "quasi" analoge Drehzahl angezeigt.

Aus der Bedingung $t_l = 0$ ergibt sich die maximal anzeigbare Drehzahl zu: $f_{\max} = \frac{1}{t_h}$

1.3. Gerätebeschreibung

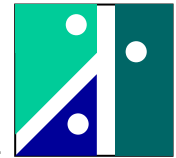
Durch Vorgabe einer Leitspannung wird über einen Frequenzumformer (Fab. Lenze) ein Asynchronmotor (Fab. AEG) angetrieben. Der Frequenzumformer "zerhackt" das Netz mit einer Frequenz von 20 kHz. Der sonst übliche Pfeifton ist für den Menschen nicht hörbar. Der Drehzahlabgriff erfolgt mit einem induktiven Näherungsschalter (Fab. Turck).

Dieses Signal geht zum Monovibrator und wird gemessen mit:

- Oszilloskop HP 54501A (mit angeschlossenem Drucker), Kanal 1
- Multimeter Fluke 85 (Betriebsart: Frequenzanzeige in Hz)

Das Ausgangssignal des Monovibrators wird gemessen mit:

- Analoganzeigeeinstrument (Drehspulmesswerk), angezeigt wird der Gleichspannungsanteil
- Oszilloskop, Kanal 4



Ferner wird die Drehzahl mit einem Wirbelstrommeßgerät (Fab. Deuta, Gerätebezeichnung DEUMO) gemessen. Dieser Abgriff erfolgt an der Lüfterseite des Motors an der Zentrierbohrung der Welle.

Mit dem Handmessgerät der Firma Braun, Moviport C 118 wird das reflektierte Licht (aufgeklebte Reflexmarke) erfasst und daraus die Drehzahl ermittelt und angezeigt.

Mit einem Stroboskop (Fab. Brüel & Kjaer, Typ 4912) wird die Blitzfrequenz so eingestellt, dass sich bei drehender Welle ein "stehendes Bild" ergibt.

2. Versuchsaufgabe und Versuchsdurchführung

2.1. Ein Messimpuls je Umdrehung

Die Messschaltung ist kalibriert für den Einsatzfall "2 Impulse pro Umdrehung". Dabei entsprechen 100 Umdrehungen pro Minute einer Analogspannung von 1V. Stellen Sie nacheinander folgende Drehzahlen ein: 300, 600, 900, 1200 und 1500 1/min. Verwenden Sie als wahren Wert die Anzeige des Fluke Multimeters (im Frequenz-Modus).

Hinweis: bei "einem Messimpuls pro Umdrehung" beträgt die Impulsfolgefrequenz bei 300 1/min genau 5 Hz.

Auf Kanal 1 des Oszilloskops wird der Ausgang des Impulsgebers (=Eingang Monovibrator) aufgezeichnet, auf Kanal 4 der Ausgang des Monovibrators (=Eingang Analoganzeige).

Messen Sie für jeden Drehzahlpunkt folgende Größen:

- Fluke Multimeter (im Frequenz-Modus), entspricht dem "wahren Wert"
- Spannung \bar{U} der Analoganzeige
- Drehzahl mit analogem Handdrehzahlmesser (Wirbelstromprinzip)
- Stroboskop
- digitales optisches Handdrehzahlmessgerät

Ferner soll bei der Drehzahlpunkt $n=600$ 1/min am Oszilloskop folgende Größen gemessen werden:

Kanal 4: t_h, t_l

Berechnen Sie aus den Messwerten t_h, t_l von Kanal 4 die

Analogspannung $\bar{U}_{\text{Rechnung}}$ (dabei ist $U_h = 13,8$ V). Vergleichen

Sie die Spannung $\bar{U}_{\text{Rechnung}}$ mit der Spannung \bar{U} der Analoganzeige.

$$\bar{U}_{\text{Rechnung}} = U_h \cdot \frac{t_h}{t_l + t_h}$$

2.2. Zwei Messimpulse je Umdrehung

Wiederholen Sie das gesamte Messprogramm von 2.1., wobei als "oberer" Messpunkt die Drehzahl so eingestellt werden soll, dass sich gerade noch keine "Übersteuerung" ergibt (300, 600, 900 und 1200 1/min).

2.3. Vier Messimpulse je Umdrehung

Wiederholen Sie das gesamte Messprogramm von 2.1., wobei als "oberer" Messpunkt die Drehzahl so eingestellt werden soll, dass sich gerade noch keine "Übersteuerung" ergibt. (300 1/min und 600 1/min)

Erstellen Sie zusätzlich nebenstehende Graphik!

→ " \bar{U} der Analoganzeige" über "Drehzahl n "

Bem.: alle Messpunkte aller Messserien dort eintragen.

