

1 Messtechnik

1.1 Grundlagen Drehspulmesser

1.1.1 Windungen im Wickelraum

$$A_W = N \cdot d^2$$

| | | |
|-------|----------------------|----------------|
| A_W | Wickelraum | |
| N | Anzahl der Windungen | |
| d^2 | Drahtdurchmesser | m ² |

1.1.2 Elektrisches Moment

$$M_{el} = A \cdot N \cdot B \cdot I$$

| | | |
|-----|----------------------|----------------|
| N | Anzahl der Windungen | |
| I | Stromstärke | A |
| A | Fläche | m ² |
| B | Feldstärke | T |

1.1.3 Mechanisches Moment

$$M_{mech} = \alpha \cdot D$$

| | | |
|----------|-----------------|---------|
| D | Federkonstante | N m/90° |
| α | Ausschlagwinkel | ° |

1.1.4 Zeigerausschlag

$$\alpha = I \cdot \frac{A \cdot N \cdot B}{D}$$

| | | |
|-----|----------------------|----------------|
| N | Anzahl der Windungen | |
| I | Stromstärke | A |
| A | Fläche | m ² |
| D | Federkonstante | N m |

1.1.5 Strommessung mit Nebenwiderstand

$$(I - I_M)R_N = I_M(R_M + R_V)$$
$$R_N = \frac{I_M(R_M + R_V)}{I - I_M}$$

| | | |
|-------|----------------------------|---|
| I_M | Messwerkstrom | A |
| | 1mA oder 100µA | |
| I | Stromstärke | A |
| R_M | Spulenwiderstand (Kupfer*) | Ω |
| R_N | | Ω |
| R_V | | Ω |

*Temperaturkoeffizient Kupfer: 4%/10K

1.1.6 Güteklasse mit Temperaturkoeffizient

$$G = \frac{R_M}{R_M + R_V} \cdot 4\%/10K$$

| | | |
|-------|----------------------------|---|
| G | Güteklasse | |
| R_M | Spulenwiderstand (Kupfer*) | Ω |
| R_N | | Ω |
| R_V | | Ω |

1.1.7 Rückwirkungsfehler Strommessung

$$F_I = \frac{I_M - I_0}{I_0} = -\frac{R_M}{R_0 + R_L + R_M}$$

| | | |
|-------|----------------------------|----------|
| F_I | systemischer Fehler | |
| I_0 | | A |
| I_M | | A |
| R_0 | | Ω |
| R_L | Lastwiderstand | Ω |
| R_M | Spulenwiderstand (Kupfer*) | Ω |

1.1.8 Spannungsmesser

$$R_V = \frac{U}{I_M} - R_M$$

| | | |
|-------|----------------------------|----------|
| I_M | | A |
| R_M | Spulenwiderstand (Kupfer*) | Ω |
| R_V | Vorwiderstand | Ω |
| U | Spannung | V |

1.1.9 Rückwirkungsfehler Spannungsmessung

$$F_U = \frac{U_M - U_0}{U_0} = -\frac{R_0}{R_0 + R_i}$$

$$U_M = \frac{U_0}{R_0 + R_i} R_i$$

$$R_i = R_M + R_V$$

| | | |
|-------|----------------------------|----------|
| F_U | systemischer Fehler | |
| U_0 | | V |
| U_M | | V |
| R_0 | | Ω |
| R_i | | Ω |
| R_M | Spulenwiderstand (Kupfer*) | Ω |
| R_V | Vorwiderstand | Ω |

1.2 Grundlagen DVN

1.2.1 DVN Genauigkeit Bit

$$B(n) = \frac{\log(2 \cdot 10^n)}{\log(2)}$$

| | | |
|-----|---------------------|--------------|
| n | Stellen der Anzeige | \mathbb{N} |
|-----|---------------------|--------------|

1.2.2 DVN Genauigkeit %

$$e_r = \frac{1}{2 \cdot 10^n - 1}$$

$$e_r = \frac{1}{2^{B(n)} - 1}$$

| | | |
|-----|---------------------|--------------|
| n | Stellen der Anzeige | \mathbb{N} |
|-----|---------------------|--------------|

1.2.3 Anzeigen Auflösung

Bestimmung durch den Kehrwert der Anzeige. Beispiel für $3\frac{1}{2}$

$$0.5 \cdot 10^{-3}$$

1.2.4 Spannung pro Digit

$$I_{Dig} = I \cdot n$$

| | |
|--------------|----------------------|
| n | Kehrwert der Anzeige |
| $Mess_{max}$ | Max Wert Messbereich |

1.2.5 Rückwirkungsfehler

Dieser ist größer als bei Analogen Messverfahren denn $R_P \geq R_M$.

$$F_I = \frac{I_M - I_0}{I_0} = -\frac{R_P}{R_0 + R_L + R_P}$$

| | | |
|-------|---------------------|----------|
| F_I | systemischer Fehler | |
| I_0 | | A |
| I_M | | A |
| R_0 | | Ω |
| R_L | Lastwiderstand | Ω |
| R_P | | Ω |

1.2.6 Rückwirkungsfehler Spannungsmessung

$$F_U = \frac{\frac{R_i R_P}{R_i + R_P} - R_P}{R_P} = -\frac{R_P}{R_i + R_P}$$

| | | |
|-------|----------------------------|----------|
| F_U | systemischer Fehler | |
| U_0 | | V |
| U_M | | V |
| R_0 | | Ω |
| R_i | | Ω |
| R_M | Spulenwiderstand (Kupfer*) | Ω |
| R_V | Vorwiderstand | Ω |