

Aufgaben für 26.11.2015: Leistungsmessung und Messbrücken

Aufgaben aus:

Wolf-Jürgen Becker, Walter Hofmann: Aufgabensammlung Elektrische Messtechnik: 337

Übungsaufgaben mit Lösungen

Aufgabe 2.1: Mit der in Bild 2.1 dargestellten Messanordnung soll die in den beiden Widerständen R_1 und R_2 umgesetzte Leistung P bestimmt werden. Es gelten folgende Werte:
 $R_1 = 470 \Omega - 1\%$; $R_2 = 680 \Omega - 1\%$; $I_1 = 72,5 \text{ mA} - 2\%$; $I_2 = 50 \text{ mA} + 3\%$.

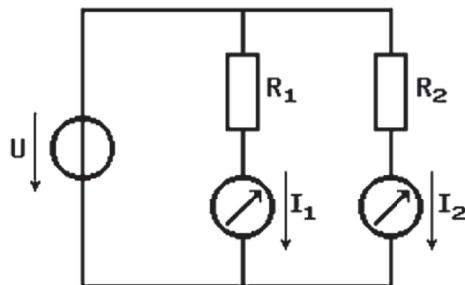


Bild 2.1

- Bestimmen Sie die Leistung P zunächst ohne Berücksichtigung der Fehler.
- Leiten sie die Gleichung für den systematischen relativen und systematischen absoluten Fehler von P ab (allgemein) und bestimmen Sie den Zahlenwert.
- Berechnen Sie den maximal möglichen Fehler von P (absolut und relativ).

Aufgabe 2.2: Ein Leistungsmesser hat folgende Daten:

Strompfad: $I_m = 5 \text{ A}$ ($R_i = 120 \text{ m}\Omega$)

Spannungspfad: $U_m = 60 \text{ V}$ ($R_U = 400 \Omega$)

Sie messen mit diesem Leistungsmesser die von einem ohmschen Widerstand R aus einer Gleichspannungsquelle aufgenommene Leistung P_R .

- Welchen Wert zeigt der Leistungsmesser
- in stromrichtiger Schaltung,
- in spannungsrichtiger Schaltung an,
wenn die tatsächlich in R umgesetzte Leistung $P_R = 200 \text{ W}$ beträgt? Es liegt hierbei eine Spannung von $U_R = 48 \text{ V}$ an?
- Wie groß ist in beiden Fällen der relative Fehler? Welche Schaltung würden Sie einsetzen und aus welchem Grund?

Hausaufgaben: Aufgabe 2.3 und 2.4

Aufgabe 2.5: Der Leistungsfaktor der Schaltung nach Bild 2.3 ist $\cos \varphi = 2/3$. Die Frequenz ist $f = 50$ Hz.

Amperemeter: Anzeigewert $I = 10$ A (AC)
 Voltmeter: Anzeigewert $U = 220$ V (AC)

Berechnen Sie

- die Wirkleistung P und Blindleistung Q ,
- den Widerstand R und die Kapazität C .

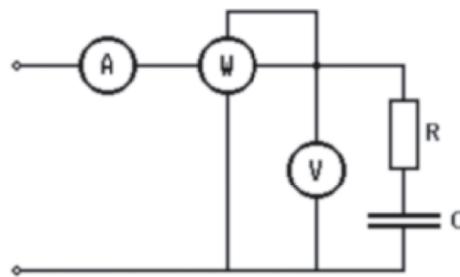


Bild 2.3

Aufgabe 2.6: Gegeben ist die in Bild 2.4 dargestellte Messschaltung. Es werden folgende Echteleffektivwert-anzeigende Messgeräte eingesetzt:

Amperemeter: Endausschlag $I_0 = 5$ A, Klasse 1,5
 Voltmeter: Endausschlag $U_0 = 300$ V, Klasse 2,0
 Wattmeter: Endausschlag $\alpha_0 = 100$ Skalenteile (Skt.) bei $I_w = 5$ A, $U_w = 200$ V und $\cos \varphi = 1$, Klasse 2,5.

Die Innenwiderstände der Messgeräte sind als ideal anzusehen. Angezeigt werden folgende Werte: $I = 2$ A; $U = 250$ V; $\alpha = 40$ Skt.

Es sind folgende Größen und ihre Fehlergrenzen (maximal möglicher relativer Fehler) zu ermitteln:

- Scheinleistung S ,
- Wirkleistung P ,
- Blindleistung Q und
- $\cos \varphi$.

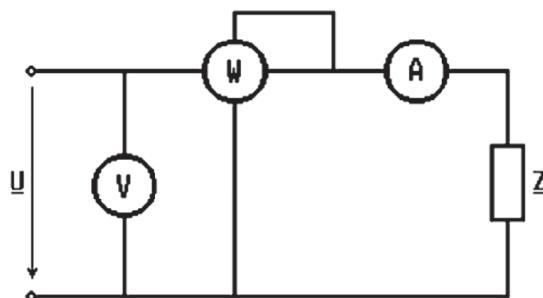


Bild 2.4

Aufgabe 2.26: An einem ohmsch-induktiven Verbraucher (Bild 2.46) sollen die Wirk- und Blindleistung mit der Aron-Schaltung gemessen werden. Es seien $\underline{Z} = R + j\omega L$, $R = 10 \Omega$, $|\underline{U}_{10}| = |\underline{U}_{20}| = |\underline{U}_{30}| = U = 100 \text{ V}$ und $\cos \phi = 0,1736$.

- Zeichnen Sie unmaßstäblich aber mit genauen Winkeln alle Ströme und Spannungen.
- Berechnen Sie allgemein die Anzeige der beiden Wattmeter P_1 und P_2 in Abhängigkeit von \underline{Z} und U . Hinweis: Aus den Winkelbezeichnungen muss eindeutig hervorgehen, welche Winkel gemeint sind. Empfehlung: Kennzeichnen Sie den Winkel zwischen z.B. \underline{U}_{10} und \underline{I}_1 mit φ ($\underline{U}_{10}, \underline{I}_1$).
- Wie groß ist die im Verbraucher umgesetzte Wirkleistung P ?
- Skizzieren Sie die Aron-Messschaltung für Blindleistungsmessung. Gehen Sie dabei von Bild 2.47 aus. Begründen Sie die Beschaltung durch Rechnung. Achten Sie auf die Polung der Messgeräte.
- Berechnen Sie allgemein die Anzeige von P'_1 und P'_2 (Wirkleistungsmessgeräte) in Abhängigkeit von \underline{Z} und U .
- Wie groß ist die im Verbraucher umgesetzte Blindleistung Q_V ?

Hausaufgaben: 2.7, 2.17, 2.19

Widerstandsmessbrücken:

Hausaufgaben 3.11, 3.17, 3.19

Aufgabe 4.10: Maxwell-Wien-Messbrücke. Mit der in Bild 4.16 dargestellten Kapazitätsmessbrücke sollen die Kapazität C_x und der Verlustfaktor $\tan \delta_x$ eines unbekannten, verlustbehafteten Kondensators bestimmt werden ($u(t) = \hat{u} \sin \omega t$; $\hat{u} = 10 \text{ V}$; $f = 5 \text{ kHz}$).

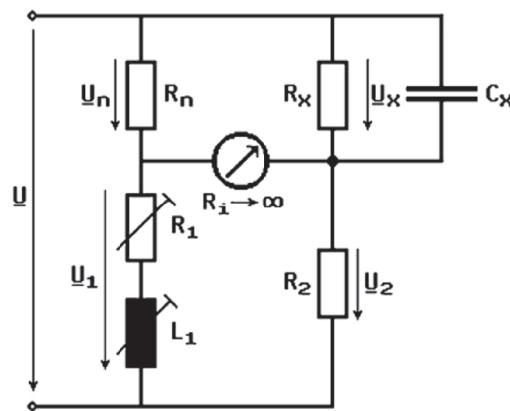


Bild 4.16

Die Induktivität sei ideal. Bei folgenden Werten ist die Brücke abgeglichen: $R_n = 10 \Omega$; $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$; $L_1 = 500 \text{ mH}$.

- Berechnen Sie allgemein und zahlenmäßig C_x , R_x und den Verlustfaktor $\tan \delta_x$.
- Zeichnen Sie für die abgeglichene Brücke das maßstäbliche Zeigerdiagramm.

Hausaufgaben: 4.11, 4.12