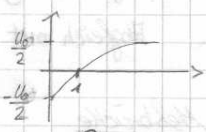
Wdh.

Widerstandsmessung für Gleichstrom

$R(t) \approx R \rightarrow U = U(R(t))$

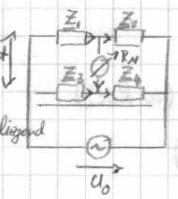


Viertelbrücke $U_d = \frac{U_0}{2}\left(\frac{\Delta R}{2R+\Delta R}\right) \approx \frac{U_0}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R}$

Wechselstrom-Wheatstone-Brücke

- zur Messung von Impedanzen
- Abgleich komplizierter als bei DC, da Impedanzen komplex
- höhere Variationsvielfalt
- Anwendungen: - Induktivitäts- ∧ Kapazitätsmessung
  - Verluste ...

Schaltung



$Z_1 \wedge Z_4$, $Z_2 \wedge Z_3$ } gegenüberliegend

$\underline{Z}$: Komplexe Widerstände

hier Fokus auf abgeglichene Brücke in Viertelschaltung

Abgleichbedingung: $I_M = 0$ (1)

-> Ströme $I_1 = I_3$ $\quad I_2 = I_4$ (2)

Abgleichspg $U_d = 0$ (Diagonalspg)

-> Spg $U_1 = U_3$ $\quad U_2 = U_4$

-> $\underline{Z}_1 \cdot \underline{I}_1 = \underline{Z}_3 \cdot \underline{I}_3$ $\quad \underline{Z}_2 \cdot \underline{I}_2 = \underline{Z}_4 \cdot \underline{I}_4$ (3)

$\frac{(3a)}{(3b)}$ mit 2a,b $\frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}_2} = \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_4}$ (4) „Abgleichbedingung"

Komplexe Widerstände $\underline{Z} = Z \cdot e^{j\varphi}$

aus (4) folgt $\frac{Z_1}{Z_2} e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)} = \frac{Z_3}{Z_4} e^{j(\varphi_3 - \varphi_4)}$

-> 2 Abgleichbedingungen:

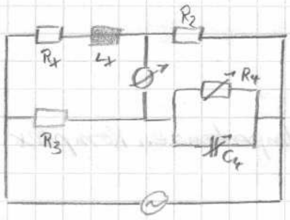
- Betrag $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4}$
- Phase $\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_3 - \varphi_4$ -> Abgleichbedingungen, wenn möglich:
  - -> gleichartige komplexe Widerstände in benachbarten Zweigen
  - -> ungleichartige " gegenüberliegenden Zweigen

Eddison -> Glühbirne erfunden

<u>Def:</u> Komplexe Widerstände sind gleichartig, wenn ihre Blindanteile das gleiche Vorzeichen haben.   Abgleich mit Dekaden

Maxwell-Wien-Meßbrücke

Induktivität ∧ Verlustwiderstand einer Spule wird bestimmt



$\underline{Z}_1 = \underline{Z}_x = R_x - j\omega L_x$

$\underline{Z}_2 = R_2$

$\underline{Z}_3 = R_3$

$\underline{Z}_4 = \dfrac{1}{\frac{1}{R_4} + j\omega C_4}$

<u>Phasen:</u>

$\varphi_1 = \varphi_x = \arctan\left(\frac{\omega L_x}{R_x}\right)$ $\varphi_2 = 0$ $\varphi_3 = 0$

$\varphi_4 = -\arctan(\omega R_4 C_4)$

Abgleichbedingung für Phase: $\arctan\left(\frac{\omega L_x}{R_x}\right) = \arctan(\omega R_4 C_4)$

aus (4) $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_3}{Z_4}$ -> $\frac{R_x + j\omega L_x}{R_2} = R_3\left(\frac{1}{R_4} + j\omega C_4\right)$

Vergleich Realteil mit Imaginärteil auf beiden Seiten:

$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_4}$ Vgl. Gleichspg

$L_x = R_2 \cdot R_3 \cdot C_4$ => Ergebnis ist frequenzunabhängig

-> Schaltungen, bei denen ω "auftaucht" werden als frequenzunabhängig bezeichnet.

- Maxwell-Wien-Brücke wird für Induktivitäten im Bereich 1µH bis 1000H eingesetzt
- auch für "gewickelte" Widerstände