$\omega = 2\pi f$ $\quad u(t) = \hat{U}\sin(\omega t + \varphi_{UI})$ $\quad \varphi_{UI} = \varphi_U - \varphi_I$

Spule: U eilt **I** um $\frac{\pi}{2} = 90°$ **voraus** $\quad f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

Kondensator: I eilt **U** um $\frac{\pi}{2} = 90°$ **voraus**

Spannungsteiler/Stromteiler:

$$\frac{\underline{U}_n}{\underline{U}_R} = \frac{\underline{Z}_n}{\underline{Z}_n + \underline{Z}_R} = \frac{\underline{Y}_R}{\underline{Y}_n + \underline{Y}_R} \qquad \frac{\underline{I}_n}{\underline{I}_R} = \frac{\underline{Z}_R}{\underline{Z}_n + \underline{Z}_R} = \frac{\underline{Y}_n}{\underline{Y}_n + \underline{Y}_R}$$

Sinusförmige Beschreibung von Wstr. (nicht kompl.)

$$v(t) = \hat{V}\sin(2\pi f t + \varphi_V) = \hat{V}\sin(\omega t + \varphi_V)$$

Arithmetischer Mittelwert

$$\langle v(t)\rangle = \overline{v(t)} = \frac{1}{T}\int_0^T v(t)\,dt$$

Gleichrichtwert

$$\langle |v(t)|\rangle = \overline{|v(t)|} = \frac{1}{T}\int_0^T |v(t)|\,dt$$

Effektivwert:

$$V_{eff} = V = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T v^2(t)\,dt}$$ V=U od. I $\quad V(t) = \frac{\hat{V}}{\sqrt{2}}$ bei sin

Kurvenformfaktor/Scheitelfaktor:

$$k_{KFORM} = \frac{V}{\langle |v(t)|\rangle} \qquad k_{SCHEITEL} = \frac{|v(t)_{MAX}|}{V}$$

Leistung P Q S:

	R	C	L
P	$U \cdot I = \frac{U^2}{R}$	0	0
Q	0	$-U \cdot I = -U^2 \cdot \omega C$	$U \cdot I = \frac{U^2}{\omega L}$
S	$U \cdot I$	$U \cdot I$	$U \cdot I$

P = Wirkl. = $UI\cos\varphi_{ui} = S \cdot \cos\varphi = S \cdot \lambda$ [W]

Q = Blindl. = $UI\sin\varphi_{ui} = S \cdot \sin\varphi = S \cdot \sin\arccos(\varphi)$ [var]

S= Scheinl.: $S^2 = P^2 + Q^2$ | $U \cdot I = |\underline{S}| = S$ [VA]

$\underline{S} = \underline{U} \cdot \underline{I}^* = I^2 \underline{Z} = U^2 / \underline{Z}^* = P + jQ$ **S-en NICHT addieren**

Leistungsfaktor λ **:**

$$\cos\varphi_{UI} = \lambda = \frac{Wirkleistung}{Scheinleistung} = \frac{S \cdot \overbrace{\cos\varphi_{UI}}^{\lambda}}{S}$$

KOMPLEX:

$$\varphi_v = \begin{cases} \arctan\frac{\mathrm{Im}}{\mathrm{Re}} & \textit{für}\ \mathrm{Re} > 0 \\ \arctan\frac{\mathrm{Im}}{\mathrm{Re}} \pm \pi & \textit{für}\ \mathrm{Re} < 0 \end{cases}$$

$$V = |\underline{V}| = \sqrt{\underline{V} \cdot \underline{V}^*} = \sqrt{\mathrm{Re}^2 + \mathrm{Im}^2} \qquad e^{j\varphi} = \cos\varphi + j\sin\varphi$$

Komplexe Amplitude:

$$\underline{\hat{U}} = \sqrt{2} \cdot \underline{U}$$

Widerstand Z:

$$\underline{Z} = R + jX \qquad Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Ohmscher Widerstand:

$$\underline{Z}_R = R = \frac{\underline{\hat{U}}}{\underline{\hat{I}}} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$$

Widerstand **Spule**

$$\underline{Z}_L = j\omega L = \frac{\underline{\hat{U}}}{\underline{\hat{I}}} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$$

Widerstand **Kondensator**:

$$\underline{Z}_C = \frac{1}{j\omega C} = -j\frac{1}{\omega C} = \frac{\underline{\hat{U}}}{\underline{\hat{I}}} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}}$$

Leitwert **Y**:

$$\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}} = \frac{\underline{I}}{\underline{U}} \qquad \underline{Y}_L = \frac{1}{j\omega L} = -j\frac{1}{\omega L} \qquad \underline{Y}_C = j\omega C$$

$\underline{Y} = G + jB$ G=Leitwert; B= Blindleitwert

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2} \qquad \varphi_Y = \varphi_i - \varphi_u = \arctan\frac{B}{G}$$

Zweitore:

$$\underline{U}_1 = \underline{Z}_{11}\underline{I}_1 + \underline{Z}_{12}\underline{I}_2$$
$$\underline{U}_2 = \underline{Z}_{21}\underline{I}_1 + \underline{Z}_{22}\underline{I}_2$$

Eingangs/Ausgangswiderstand Übertragungsfkt.

Eingangswdst.:

$\underline{Z}_{11} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1}$; bei $\underline{I}_2 = 0$ Leerlaufeingangswiderstand

$\underline{Y}_{11} = \frac{\underline{I}_1}{\underline{U}_1}$; bei $\underline{U}_2 = 0$ Kurzschlusseingangsleitwert

Ausgangswiderstand:

$\underline{Z}_{22} = \frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2}$; bei $\underline{I}_1 = 0$ Leerlaufausgangswiderstand

$\underline{Y}_{22} = \frac{\underline{I}_2}{\underline{U}_2}$; bei $\underline{U}_1 = 0$ Kurzschlussausgangsleitwert

Widerstandsmatrix:

$$[\underline{Z}] = \begin{bmatrix} \underline{Z}_{11} & \underline{Z}_{12} \\ \underline{Z}_{21} & \underline{Z}_{22} \end{bmatrix}$$

Übertragungsfunktion:

	Ausgangsgröße $\underline{U}_2$	Ausgangsgröße $\underline{I}_2$
Eingangsgröße $\underline{U}_1$	$\underline{D}_{21} = \underline{U}_2/\underline{U}_1\|_{\underline{I}_2=0}$	$\underline{Y}_{21} = \underline{I}_2/\underline{U}_1\|_{\underline{U}_2=0}$
Eingangsgröße $\underline{I}_1$	$\underline{Z}_{21} = \underline{U}_2/\underline{I}_1\|_{\underline{I}_2=0}$	$\underline{H}_{21} = \underline{I}_2/\underline{I}_1\|_{\underline{U}_2=0}$

	Eingangsgröße $\underline{U}_1$	Eingangsgröße $\underline{I}_1$
Ausgangsgröße $\underline{U}_2$	$\underline{H}_{12} = \underline{U}_1/\underline{U}_2\|_{\underline{I}_1=0}$	$\underline{Y}_{12} = \underline{I}_1/\underline{U}_2\|_{\underline{U}_1=0}$
Ausgangsgröße $\underline{I}_2$	$\underline{Z}_{12} = \underline{U}_1/\underline{I}_2\|_{\underline{I}_1=0}$	$\underline{D}_{12} = \underline{I}_1/\underline{I}_2\|_{\underline{U}_1=0}$

	Ausgangsgröße $\underline{U}_2$	Ausgangsgröße $\underline{I}_2$
Eingangsgröße $\underline{U}_1$	$\underline{A}_U = \underline{U}_2/\underline{U}_1$	$\underline{A}_Y = \underline{I}_2/\underline{U}_1$
Eingangsgröße $\underline{I}_1$	$\underline{A}_Z = \underline{U}_2/\underline{I}_1$	$\underline{A}_I = \underline{I}_2/\underline{I}_1$

Wichtige Betriebsfälle in Schaltungen

Leistungsanpassung:

$$\underline{Z}_a = R_a + jX_a \;;\; \underline{Z}_i = R_i + jX_i$$

=> $\underline{Z}_a = R_a + jX_a = R_i - jX_i = \underline{Z}_i^*$ Anpassbedingung

=> $X_a = -X_i$ & $R_a = R_i$

$$P_a = \frac{R_a |\underline{U}_q|^2}{(R_a + R_i)^2 + (X_a + X_i)^2} \;;\; P_{a\,MAX} = \frac{|\underline{U}_q|^2}{4R_i}$$ Max P

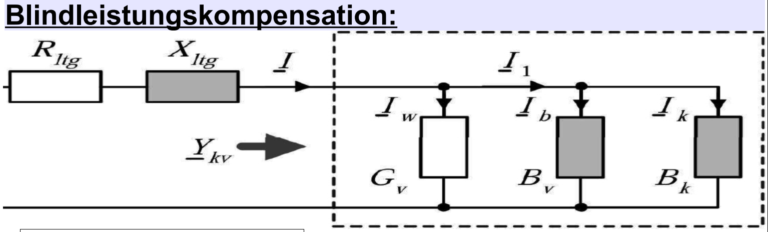
Fehlanpassung:

$$p = \frac{P_a}{P_{a\,MAX}} = \frac{4R_a R_i}{(R_a + R_i)^2 + (X_a + X_i)^2} \;;\ \text{in \%}$$

Wirkleistungsoptimierung:

$$*R_a \text{ fest und } R_a \neq R_i \Rightarrow X_a = -X_i$$
$$*X_a \text{ fest und } X_a \neq -X_i \Rightarrow R_a = \sqrt{R_i^2 + (X_a + X_i)^2}$$

Blindleistungskompensation:



$B_v = -B_k \ | \ \underline{I_b} = -\underline{I_k}$ B = Blindleitwert

$$\frac{P_{ltg} - P_{ltgKOMP}}{P_{ltg}} \approx 1 - \frac{R_{ltg} I_w^2}{R_{ltg} I^2} = 1 - \frac{I^2}{I_w^2 / \cos^2 \varphi_{UI}} = 1 - \lambda^2$$

SCHWINGKREISE/RESONANZ

Serienschwingkreis:

$$\underline{Z} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \qquad Z(\omega) = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega} C\right)^2}$$

$$\underline{Z} = R(1 + jQv) = R\left(1 + j\frac{v}{d}\right)$$ Q=Güte!

$$\underline{S} = \underline{Z} \cdot |\underline{I}^2| = \underbrace{I^2 R}_{P} + j \underbrace{\left[I^2 \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \right]}_{Q(Blindleistung)}$$

Resonanz: $\Leftrightarrow \quad |Q_L| = |Q_C|$

$$\omega_0 = 2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$ <Resfreq Bei Res. ist $|\underline{Z}|$ minimal

Resonanzblindwdst. **X**

$$X_0 = \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Spannungen **U** / Ströme **I** :

$$\underline{I}|_{\omega=\omega_0} = \frac{\underline{U}}{R} \qquad \underline{U_L}|_{\omega=\omega_0} = \underline{U} \cdot \frac{j\omega_0 L}{R} = \underline{U} \cdot jQ \ \ | \text{ Q=Güte}$$

$$\underline{U_C}|_{\omega=\omega_0} = \underline{U} \cdot \frac{-j}{\omega_0 C R} = \underline{U}(-jQ) \qquad \underline{U_R}|_{\omega=\omega_0} = \underline{U}$$

Verstimmung **v:**

$$v = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \qquad v|_{\omega=\omega_0} = 0 \ \text{ nicht verstimmt}$$

Güte **Q** / Dämpfung **d**:

$$Q = \frac{X_0}{R_{Ges}} = \frac{\omega_0 L}{R_{Ges}} = \frac{1}{\omega_0 C R_{Ges}} \qquad d = \frac{1}{Q}$$ Q=Güte!

Bandbreite / Leistung:

$$\frac{P}{P_{MAX}} \geq \frac{1}{2} \qquad \frac{P}{P_{MAX}} = \frac{1}{1 + \underbrace{(v/d)^2}_{Q^2 v^2}} \geq \frac{1}{2} \Leftrightarrow |v| \leq d$$

$$P = \frac{U^2}{R(1 + (v/d)^2)} = \frac{U^2}{R(1 + Q^2 v^2)}$$

$$P|_{\omega=\omega_0 (v=0)} = P_{MAX} = \frac{U^2}{R}$$

$$\Delta\omega = \omega_{GO} - \omega_{GU} = \omega d = \frac{\omega_o}{Q} \quad |\Delta\omega = \text{Bandbreite}$$

Grenzfrequenz Obere/Untere:

$$\omega_{GO} = \frac{\omega_0 d}{2} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4}{d^2}}\right) = \frac{\omega_0}{2Q} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + 4Q^2}\right)$$

$$\omega_{GU} = \frac{\omega_0 d}{2} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4}{d^2}}\right) = \frac{\omega_0}{2Q} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + 4Q^2}\right)$$

$A_{U(\pm 45°)}$ bei obere und untere Grenzfrequenz

Parallelschwingkreis:

Dualitäten / Formeln:

$$\underline{Z_S} \to \underline{Y_P} \ | \ \underline{R_S} \to \frac{1}{\underline{R_P}} = \underline{G_P} \ | \ \underline{L_S} \to \underline{C_P} \ | \ \underline{D_S} \to \underline{L_P}$$

$$\underline{U_S} \to \underline{I_P} \ | \ \underline{I_S} \to \underline{U_P}$$

$$\omega_{0P} = 2\pi f_{0P} = \frac{1}{L_P C_P} \qquad Q_P = \frac{B_{0P}}{G_P} = \frac{1}{d_P}$$

$$B_{0P} = \omega_{0P} C_P = \frac{1}{\omega_{0P} L_P} = \sqrt{\frac{C_P}{L_P}} \ ; \ B_{0P} = \text{Res.Blindleitwert}$$

$$\Delta\omega_P = \omega_{GOP} - \omega_{GUP} = \omega_{0P} d_P = \frac{\omega_{0P}}{Q_P} \qquad v_P = \frac{\omega}{\omega_{0P}} - \frac{\omega_{0P}}{\omega}$$

Technischer Schwingkreis:

$$\underline{Y} = j\omega C + \frac{1}{R_L j\omega L} = \frac{R}{R_L^2 + \omega^2 L^2} + j\left(\omega C - \frac{\omega L}{R_L^2 + \omega^2 L^2}\right)$$

$$\omega_{0T} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot \sqrt{1 - \frac{R^2 C}{L}} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot \sqrt{1 - d^2} = \omega_{0P} \cdot \sqrt{1 - d^2}$$

GRAPHISCHE VERFAHREN:

Ortskurve:

① Aufstellen der Widerstandsgleichung so, dass $\frac{\text{Re}}{\text{Re} + \text{Im}}$

② Setze $\lim(\omega \to 0)$ und $\lim(\omega \to \infty)$

HF-Tapete:

- Serienschwinkreis => **größte** Wirk-Blindwdst. Bestimmt
- Parallelschw => **kleinste** Wirk-Blindwdst. Bestimmt
- 45° Knick = Eckfrequ. = Grenzfrequ. | 90° Knick = Fehler

Bode Diagramm:

Dezibel Skala:

$$a_P = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{P_a}{P_e}\right) dB \ | \ \text{Leistungsverhältnisse}$$

$$a_U = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{U_a}{U_e}\right) dB \ | \ a_I = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{I_a}{I_e}\right) dB$$

① Aufstellen der Widerstandsgleichung so, dass $\frac{\text{Re}}{\text{Re} + \text{Im}}$

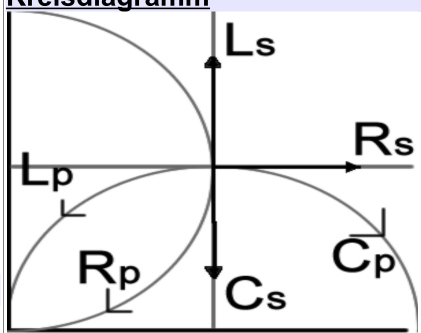
② Betrachte, falls $\underbrace{\text{Re} > \text{Im}}_{Gerade}; \ \underbrace{\text{Re} = \text{Im}}_{Eckfrequenz}; \ \underbrace{\text{Re} < \text{Im}}_{Gerade}$

③ Zeichne in dB mit 20/dec für ω; 40/dec für ω^2...

④ Für Phasenwinkel gilt: $\sphericalangle Zähler - \sphericalangle Nenner = \sphericalangle Gesamt$

⑤ $\sphericalangle$ eine dec vor Eckfrequ. anfangen zu Zeichnen

Kreisdiagramm



DREHSTROM

$u_{q1}(t)=\hat{U}\sin(\omega t)$ | $u_{q2}=\hat{U}\sin(\omega t-120°)$
$u_{q3}=\hat{U}\sin(\omega t-240°)$

$\underline{U}_{q1}=U=\frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$ $\quad$ $\underline{U}_{q2}=U\cdot e^{-j2/3\pi}=U\left(-\frac{1}{2}-j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

$\underline{U}_{q3}=U\cdot e^{-j4/3\pi}=U\left(-\frac{1}{2}+j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ $\quad$ $mit\ U=\frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$

Stern Generator Schaltung:

$U_{12}+U_{23}+U_{31}=0\Rightarrow U_{12}=U_{23}=U_{13}=\sqrt{3}U_q$

Stern Generator; Stern Verbr. Schaltung **mit Nullleiter:**

$\underline{I}_1=\underline{Y}_1\underline{U}_1$ | $\underline{I}_2=\underline{Y}_2\underline{U}_2$ | $\underline{I}_3=\underline{Y}_3\underline{U}_3$ | $\underline{I}_0=\underline{Y}_0\underline{U}_0$

$\underline{U}_1=\underline{U}_{q1}-\underline{U}_0$ | $\underline{U}_2=\underline{U}_{q2}-\underline{U}_0$ | $\underline{U}_3=\underline{U}_{q3}-\underline{U}_0$

$$\underline{U}_0=\frac{\underline{U}_{q1}\underline{Y}_1+\underline{U}_{q2}\underline{Y}_2+\underline{U}_{q3}\underline{Y}_3}{\underline{Y}_0+\underline{Y}_1+\underline{Y}_2+\underline{Y}_3}$$

Symmetrische Last :

$\underline{Y}_1=\underline{Y}_2=\underline{Y}_3=\underline{Y}\quad\Rightarrow\quad\underline{U}_0=0$

Nullleiterwiderstand $\underline{Z}_0=0\Rightarrow\underline{Y}_0=\infty$:

$\underline{U}_0=0$

Kein Nullleiter vorhanden:

$$\underline{U}_0=\frac{\underline{U}_{q1}\underline{Y}_1+\underline{U}_{q2}\underline{Y}_2+\underline{U}_{q3}\underline{Y}_3}{\underline{Y}_1+\underline{Y}_2+\underline{Y}_3}$$

Dreieck Generator; Stern Verbraucher

$$\underline{I}_1=\frac{\underline{U}_{12}\underline{Z}_3-\underline{U}_{31}\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1\underline{Z}_2+\underline{Z}_2\underline{Z}_3+\underline{Z}_3\underline{Z}_1}\qquad\underline{I}_2=\frac{\underline{U}_{23}\underline{Z}_1-\underline{U}_{12}\underline{Z}_3}{\underline{Z}_1\underline{Z}_2+\underline{Z}_2\underline{Z}_3+\underline{Z}_3\underline{Z}_1}$$

$$\underline{I}_3=\frac{\underline{U}_{31}\underline{Z}_2-\underline{U}_{23}\underline{Z}_1}{\underline{Z}_1\underline{Z}_2+\underline{Z}_2\underline{Z}_3+\underline{Z}_3\underline{Z}_1}\qquad\underline{I}_1+\underline{I}_2+\underline{I}_3=0$$

$\underline{U}_{12}=\underline{Z}_1\underline{I}_1-\underline{Z}_2\underline{I}_2$ | $\underline{U}_{23}=\underline{Z}_2\underline{I}_2-\underline{Z}_3\underline{I}_3$

Dreieck VERBRAUCHER:

$$\underline{Z}_1=\frac{\underline{Z}_{12}\underline{Z}_{31}}{\underline{Z}_{12}+\underline{Z}_{31}+\underline{Z}_{23}}\qquad\underline{Z}_2=\frac{\underline{Z}_{23}\underline{Z}_{12}}{\underline{Z}_{12}+\underline{Z}_{31}+\underline{Z}_{23}}$$

$$\underline{Z}_3=\frac{\underline{Z}_{31}\underline{Z}_{23}}{\underline{Z}_{12}+\underline{Z}_{31}+\underline{Z}_{23}}$$

Leistung Drehstrom:

$\underline{S}=\underline{U}\cdot\underline{I}^*=P+jQ$

Vierleitersystem (mit Nullleiter)

$\underline{S}=\underline{U}_{q1}\cdot\underline{I}_1^*+\underline{U}_{q2}\cdot\underline{I}_2^*+\underline{U}_{q3}\cdot\underline{I}_3^*$

Dreileitersystem

$\underline{S}=\underline{U}_{21}\cdot\underline{I}_2^*+\underline{U}_{31}\cdot\underline{I}_3^*$ | Bezogen auf Leiter 1

$\underline{S}=\underline{U}'_{q1}\cdot\underline{I}_1^*+\underline{U}'_{q2}\cdot\underline{I}_2^*+\underline{U}'_{q3}\cdot\underline{I}_3^*$

U' auf willkürlichen (z.B.0) Nullleiter bezogen.

Leistungsvergleich (symmetrische Last)

$\underline{S}(\star\text{-Last})=3\frac{U^2}{\underline{Z}^*}\qquad\underline{S}(\Delta\text{-Last})=9\frac{U^2}{\underline{Z}^*}$

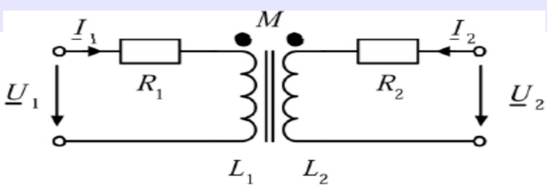
TRANSFORMATOR

Ideal: R = 0

$\underline{U}_1=j\omega L_1\cdot\underline{I}_1+j\omega M\cdot\underline{I}_2$ | $\underline{U}_2=j\omega M\cdot\underline{I}_1+j\omega L_2\cdot\underline{I}_2$

$P\sim V_{FE}\cdot f$ | V_{FE} ist das Magnetkreisvolumen

Verlustbehaftet

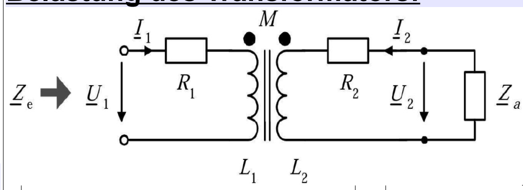


Verlustbehaftet

$\underline{U}_1=(R_1+j\omega L_1)\underline{I}_1+j\omega M\,\underline{I}_2=\underline{U}_1=\underline{Z}_1\underline{I}_1+\underline{Z}_M\underline{I}_2$

$\underline{U}_2=j\omega M\,\underline{I}_1+(R_2+j\omega L_2)\underline{I}_2=\underline{U}_2=\underline{Z}_M\underline{I}_1+\underline{Z}_2\underline{I}_2$

Belastung des Transformators:



$$\frac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1}=-\frac{\underline{Z}_M}{\underline{Z}_2+\underline{Z}_a}$$

$$\frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1}=\frac{\underline{Z}_M\underline{Z}_a}{\underline{Z}_1\underline{Z}_a+\underline{Z}_1\underline{Z}_2-\underline{Z}_M^2}\qquad\underline{Z}_e=\frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1}=\underline{Z}_1-\frac{\underline{Z}_M^2}{\underline{Z}_a+\underline{Z}_2}$$

$\underline{U}_2=-\underline{I}_2\cdot\underline{Z}_a$ $\quad$ $\underline{Z}_M=j\omega M|\underline{Z}_{1/2}=R_{1/2}+j\omega L_{1/2}$

Verlustloser, fest gekoppelter Trafo k=1 / Kopplungsfakt. **k:**

$k^2=\frac{M^2}{L_1L_2}$ | $\frac{L_2}{M}=\frac{M}{L_1}=\frac{N_2}{N_1}=\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

$\underline{U}_1=j\omega L_1\cdot\underline{I}_1+j\omega\sqrt{L_1L_2}\cdot\underline{I}_2$
$\underline{U}_2=j\omega\sqrt{L_1L_2}\cdot\underline{I}_1+j\omega L_2\cdot\underline{I}_2$ $\quad$ $\frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1}=\frac{\sqrt{L_2}}{\sqrt{L_1}}=\frac{N_2}{N_1}$

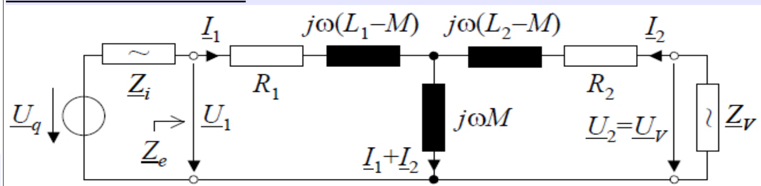
$$\frac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1}=-\frac{\underline{Z}_M}{\underline{Z}_2+\underline{Z}_a}=-\frac{j\omega M}{j\omega L_2+\underline{Z}_a}=-\frac{j\omega\sqrt{L_1L_2}}{j\omega L_2+\underline{Z}_a}$$

Der ideale Trafo: $R_1=R_2=0|k=1|\underline{I}_{10}=0\Leftrightarrow(L_1\vee\omega)\rightarrow\infty$

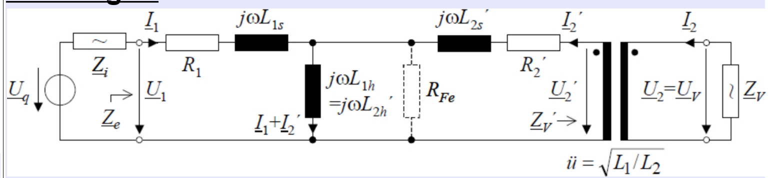
$\underline{Z}_E=\frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1}=\frac{-\ddot{u}\,\underline{U}_2}{\underline{I}_2/\ddot{u}}=\ddot{u}^2\underline{Z}_A$ $\quad$ $\ddot{u}=\frac{N_1}{N_2}$ $\quad$ $\underline{I}_1=-\frac{1}{\ddot{u}}\cdot\underline{I}_2$

$\underline{U}_1=\ddot{u}\cdot\underline{U}_2$

T-Ersatzschaltbild



Übertrager:



MATHEMATISCHER ANHANG:

Kreisgleichung:

$(x-M)^2+(y-N)^2=R_{RADIUS}^2$

$\alpha(x^2+y^2)+\beta x+\gamma y+\delta=0$ umgeschrieben

Kreisverwandschaft 1/Z:

Fall	Z-Ebene	Y-Ebene
$\underbrace{\alpha\neq0}_{KREIS};\ \underbrace{\delta\neq0}_{Nicht\ Durch 0}$	Kreis nicht durch 0	Kreis nicht durch 0
$\alpha\neq0;\delta=0$	Kreis durch 0	Gerade nicht durch 0
$\alpha=0;\delta\neq0$	Gerade nicht durch 0	Kreis durch 0
$\alpha=0;\delta=0$	Gerade durch 0	Gerade durch 0

Binom:

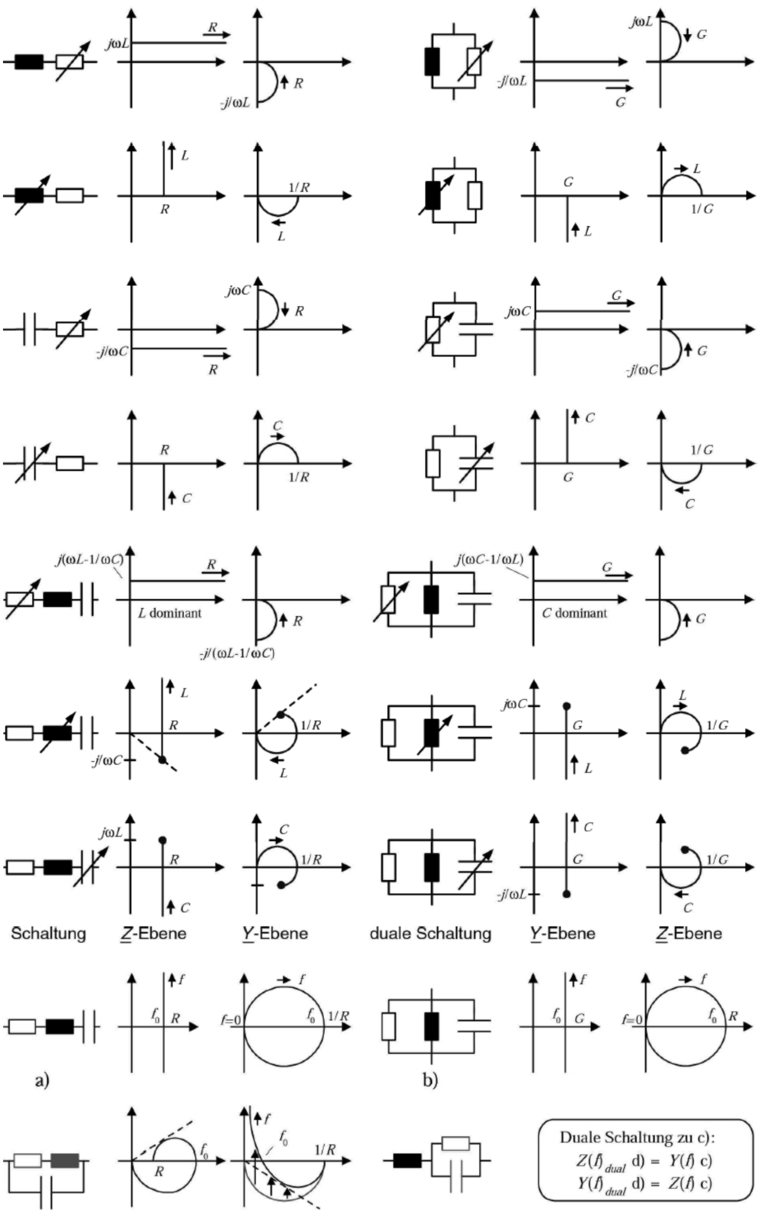
$a^2-b^2=(a+b)(a-b)$

Komplexe Zahlen:

$|z|=\sqrt{\mathrm{Im}^2+\mathrm{Re}^2}$ $\quad$ $|z|^2=z\cdot z^*$

$r\cdot e^{j\varphi}=r(\cos\varphi+j\sin\varphi)$

Einige Ortskurven:



Zeigerdarstellung: