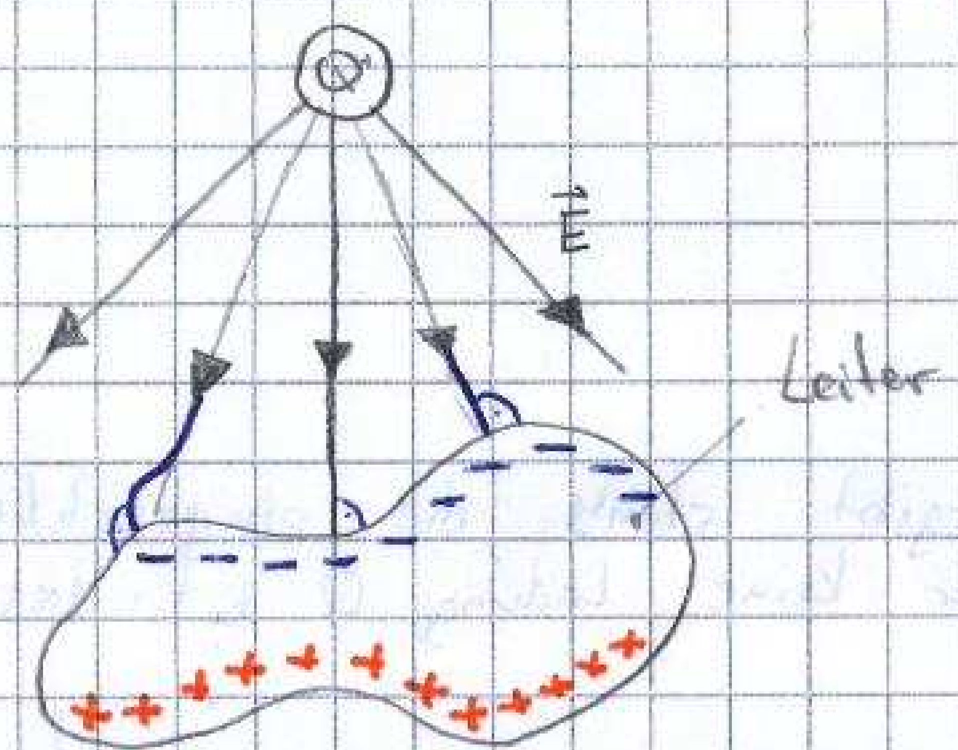
1.) Erklären Sie die el. Influenz und alle dabei auftretenden Erscheinungen:



1.) Einbringen eines el. Leiters (in ein elektrisches Feld hervorgerufen durch Q^+)

2.) Im ersten Moment herrscht im inneren des Leiters ein el. Feld. Aufgrund dieses Feldes wirkt auf die freien e^- des Leiters eine Kraft (Coloumb-Kraft). Aufgrund dieser Kraftwirkung (hier in diesem Bsp anziehend für e^-) "wandern" diese an die obere Seite des Leiters. Die positiven Ladungen nach unten.
[genau genommen "wandern" die positiven Ladungen gar nicht da diese fest in die Gitterstruktur eingebaut sind, die "Löcher" werden lediglich weiter gegeben]

3.) Aufgrund dieser Ladungsträger Trennung entsteht ein Gegenfeld, welches dem verursachenden entgegenwirkt.
Die Summe der beiden ist Null! Das innere des Leiters ist Feldfrei!

4.) Die Oberfläche des Leiters entspricht einer Äquipotenzialfläche. d.h.: an der Oberfläche kein elektrisches Feld zwischen 2 beliebigen Punkten auf.
wäre dies nicht der Fall würden sich die Ladungsträger wiederum verschieben.

5.) Faradyscher Käfig

6.) Ist vor dem einbringen des Leiters eine Ladung in diesem enthalten ist sie auch nachher enthalten. (Wo soll sie auch hin?)

7.) Die Feldlinien münden stehts $\perp$ auf den Leiter (da äquipotential)

8.) Der Leiter und die Ladung Q ziehen sich an (ungleichnamige Ladungen sind näher als gleichnamige)

2.) Wie lautet das Gaußsche Gesetz? Was sagt es aus? Eine Ladungsmenge +Q sei gegeben. Wie verhalten sich die Feldgrößen wenn das umgebende Medium a.) mit $\varepsilon_r = 1$ und b.) mit $\varepsilon_r = 2$ beschrieben ist?

Gaußsches Gesetz:

$$\oint_{\Gamma} \vec{D} \cdot d\vec{\Gamma} = Q$$

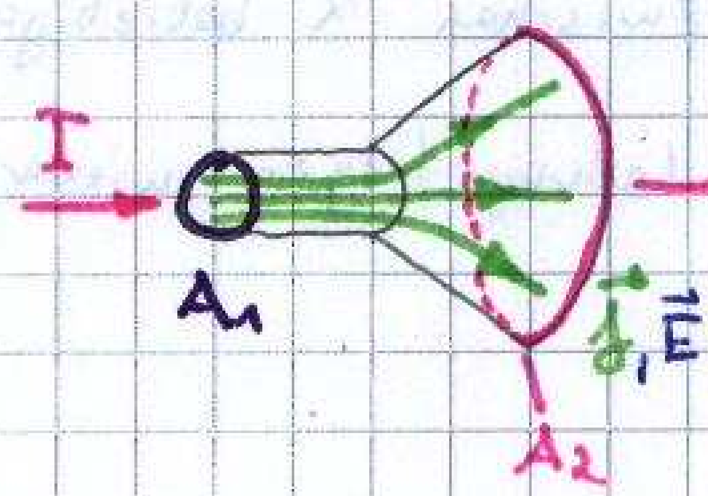
Das geschlossene Flächenintegral ergibt stehts die eingeschlossene Ladung Q! Ist $\vec{D}, \vec{E}$ vorhanden aber keine Ladung Q ist das $\oint = 0$!

a.) $\vec{E}_1 = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \vec{e}_r$ b.) $\vec{E}_2 = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \vec{e}_r$

$\vec{D}_1 = \varepsilon \cdot \vec{E}_1$ $\vec{D}_2 = \varepsilon \cdot \vec{E}_2$

$\vec{D}_1 = \vec{D}_2$; $\vec{E}_1 = 2 \cdot \vec{E}_2$

3.) Erklären Sie die Stromdichte am Beispiel eines inhomogenen Feldes.



$$\vec{J} = \int_A \gamma \cdot \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

bzw.

$$\vec{J} = \frac{I}{\vec{A}} = \frac{I}{A} \cdot \vec{e}_A$$

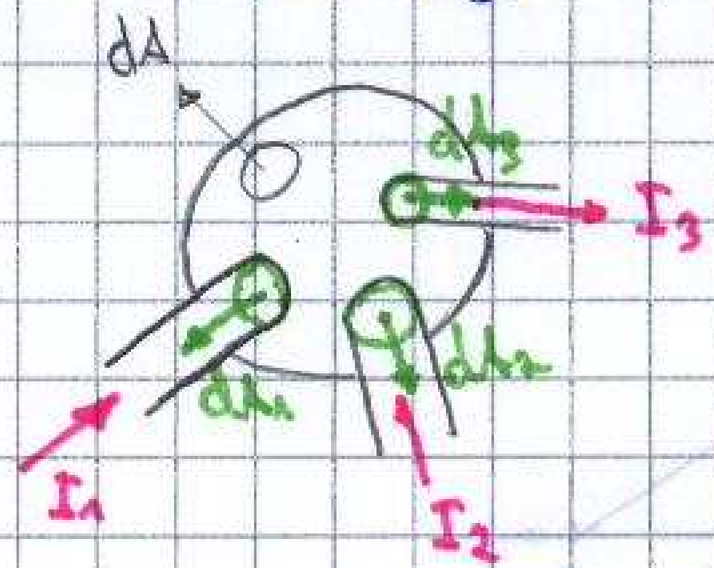
$$\left.\begin{aligned} \vec{J}_1 &= \frac{I}{A_1} \cdot \vec{e}_{A_1} \\ \vec{J}_2 &= \frac{I}{A_2} \cdot \vec{e}_{A_2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \vec{J}_1 > \vec{J}_2$$

I = konstant

d.h.: $I = \int_A \vec{J} \cdot d\vec{A} = \text{konstant}$

4.) Knotenregel, Maschensatz

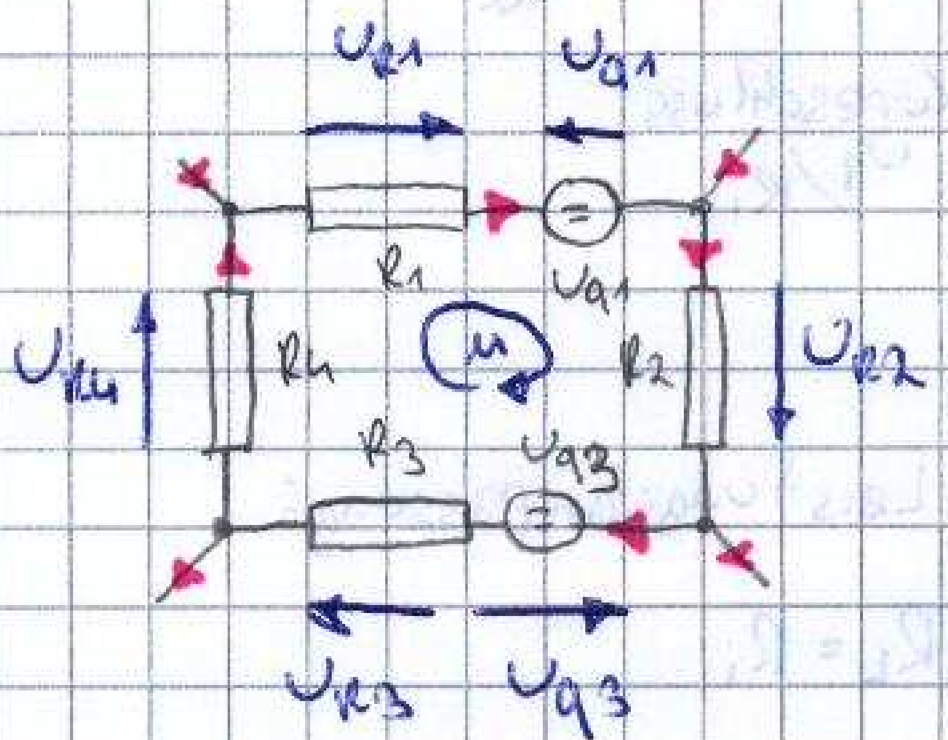
1.) Knotenregel:



$$\oint_A \vec{j}\cdot d\vec{A} = 0 = \int_{A_1} \vec{j}_1\cdot d\vec{A}_1 + \int_{A_2} \vec{j}_2\cdot d\vec{A}_2 + \int_{A_3} \vec{j}_3\cdot d\vec{A}_3$$

$$= -I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

$$\Rightarrow \sum_i I_i = 0$$



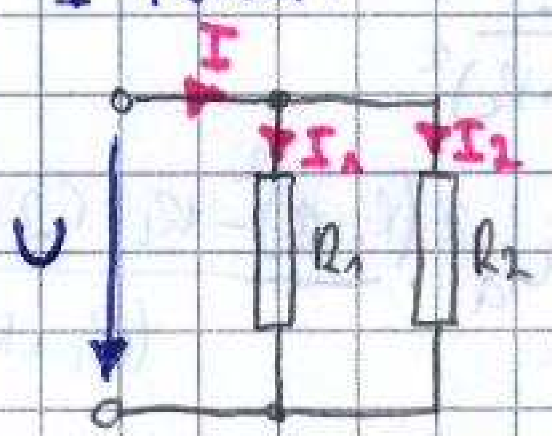
$$\oint \vec{E}\cdot d\vec{s} = 0$$

$$\Rightarrow U_{R1} - U_{q1} + U_{R2} - U_{q3} + U_{R3} + U_{R4} = 0!$$

$$\Rightarrow \sum_i U_i = 0!$$

5.) Erkläre Stromteiler/Spannungsteiler:

I-Teiler:



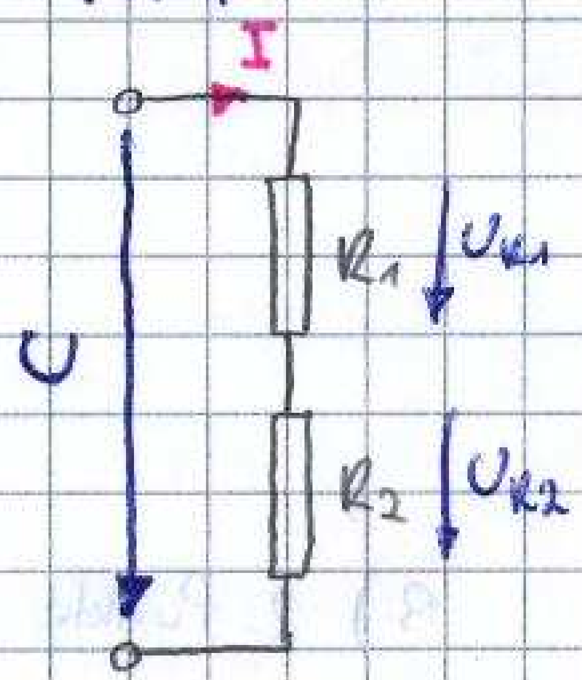
$$\frac{U}{U} = U_1$$

$$I \cdot R_g = I_1 \cdot R_1$$

$$I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2} = I_1 \cdot \cancel{R_1} \Rightarrow \frac{I_1}{I} = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$\frac{I_2}{I} = \frac{R_1}{R_1+R_2}$$

U-Teiler:



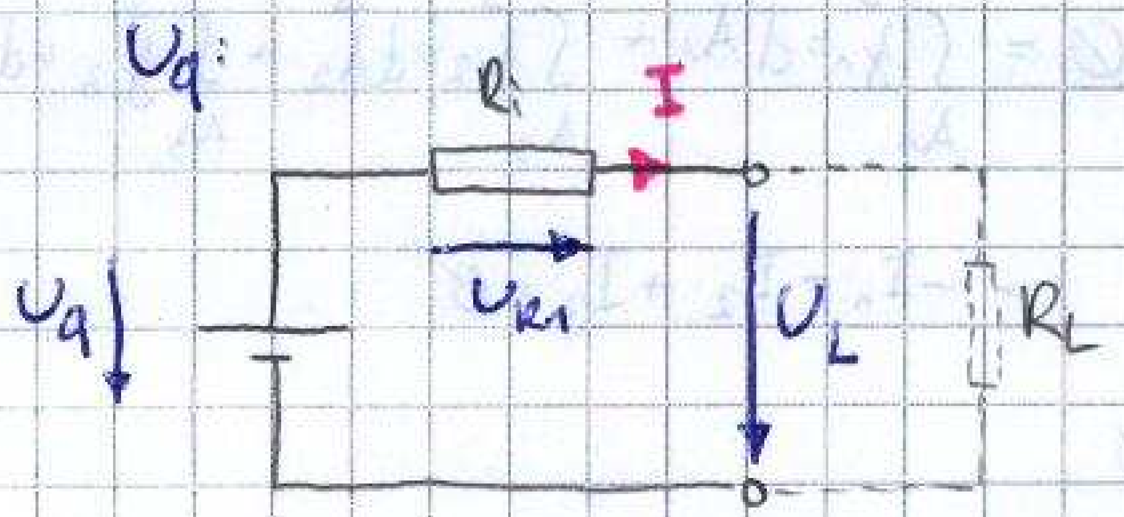
$$\frac{U}{R_g} = \frac{U_{R1}}{R_1}$$

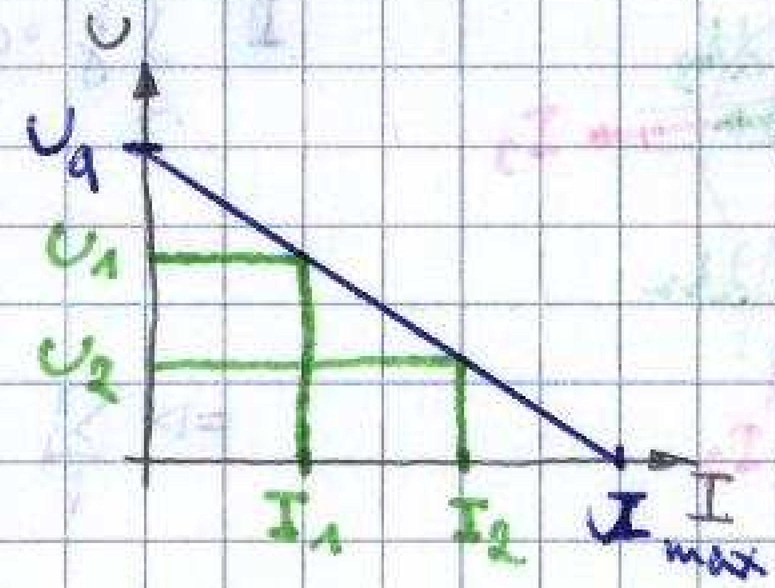
$$\frac{U}{R_1+R_2} = \frac{U_{R1}}{R_1} \Rightarrow \frac{U_{R1}}{U} = \frac{R_1}{R_1+R_2}$$

$$\frac{U_{R2}}{U} = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

6.) Erklären sie die 4 Belastungspunkte einer realen U_q/I_q

U_q:





1.) $R_L \to \infty$: Leerlauf
$I = 0\,A$
$U_q = U_L$

2.) $R_L \to 0$: Kurzschluss
$I = I_{max} = U_q/R_i$
$U_L = 0\,V$

3.)[a] $R_L = R_1$
$I = I_1$
$U_L = U_1$

3.)[b] $R_L = R_2$
$I = I_2$
$U_L = U_2$

$\Rightarrow R_1 > R_2$;
$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1}$

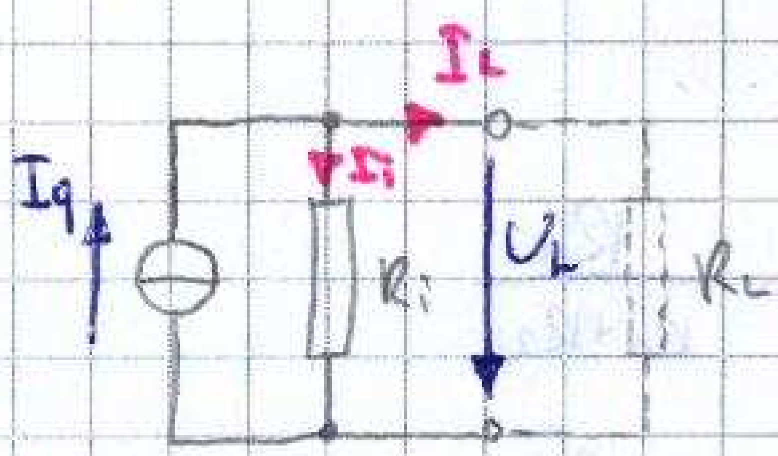
4.) Leistungsanpassung:

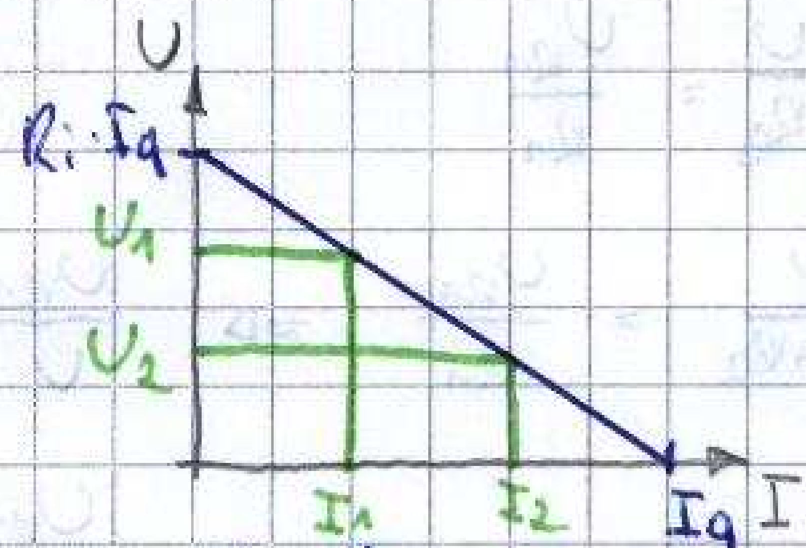
$R_L = R_i$

Herleitung:

$$P = U_L \cdot I = I^2 \cdot R_L = \left(\frac{U_q}{R_i + R_L}\right)^2 \cdot R_L$$
$$= U_q^2 \cdot \frac{R_L}{(R_i + R_L)^2}$$
$$\frac{dP}{dR_L} = 0 = U_q^2 \cdot \frac{(R_i + R_L)^2 - R_L \cdot (2 \cdot R_L + 2 \cdot R_i)}{(R_i + R_L)^4}$$
$$\Rightarrow 0 = R_i^2 + \cancel{2 \cdot R_i \cdot R_L} + R_L^2 - 2 \cdot R_L^2 - \cancel{2 \cdot R_i \cdot R_L}$$
$$= R_i^2 - R_L^2 = 0 \Rightarrow R_L = R_i$$

I_q:





1.) $R_L \to \infty$: Leerlauf
$I_L = 0$
$I_i = I_q$
$U_L = R_i \cdot I_q = U_{max}$

2.) $R_L \to 0$: Kurschluss
$I_i = 0$
$I_L = max = I_q$
$U_L = 0$

3.) 2 Punkte
$R_1 > R_2$
$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I}$

4.) Leistungsanpassung

$R_i = R_L$

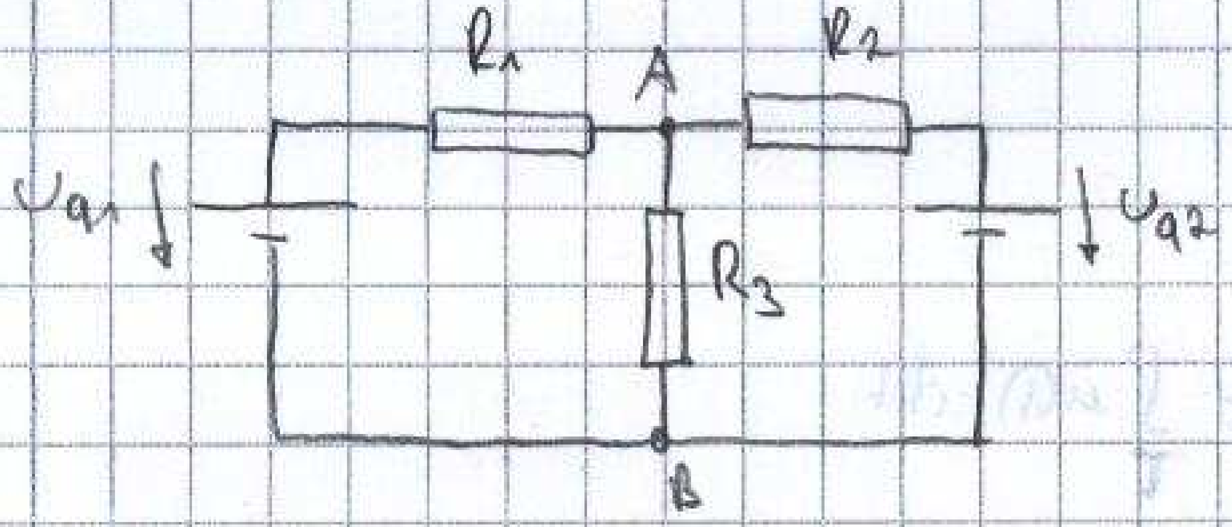
$$P = \frac{U^2}{R_L} = \frac{I_L^2 \cdot R_L^2}{R_L} = I_q^2 \cdot \frac{R_i^2}{(R_i + R_L)^2} \cdot R_L \; ; \quad \frac{dP}{dR_L} = I_q^2 \cdot \frac{R_i^2 \cdot (R_i + R_L)^2 - R_i^2 R_L \cdot (2 \cdot R_L + 2 \cdot R_i)}{(R_i + R_L)^2}$$

$U = I_L \cdot R_L$

$$\frac{I_L}{I_q} = \frac{R_i}{R_i + R_L} \Rightarrow I_L = I_q \cdot \frac{R_i}{R_i + R_L}$$

$$\frac{dP}{dR_L} \cancel{0} = \cancel{R_i^2 + 2 R_i R_L} + R_L^2 - 2 \cdot R_L^2 - \cancel{2 \cdot R_i R_L}$$
$$\Rightarrow R_i^2 - R_L^2 = 0 \Rightarrow R_i = R_L$$

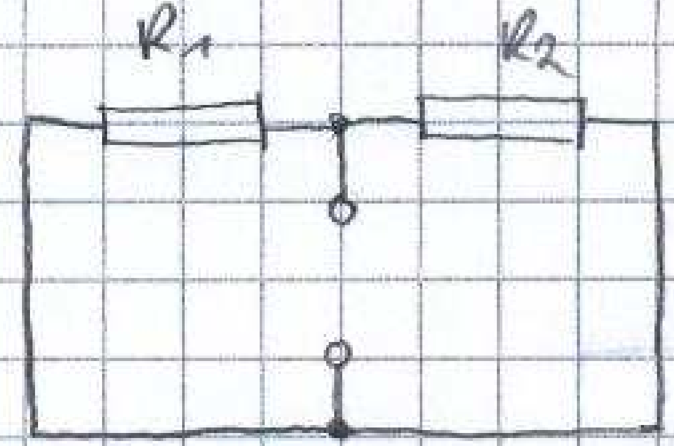
7.) Ersatzquellenverfahren:



Der Widerstand R_3 wird mit einer Ersatzquelle ersetzt (U_q oder I_q)

Der Innenwiderstand der Quelle lässt sich so bestimmen:

1.) Den Betroffenen Widerstand durch einen Leerlauf ersetzen.
2.) Alle Quellen durch ihren idealen Innenwiderstand ersetzen



3.) Gesamtwiderstand der Schaltung bestimmen:
Hier: $R_g = R_1 \| R_2$

4.) $R_{i_{ersatz}} = R_g$

5.) Im Falle einer U_q die Leerlaufspannung zwischen A,B bestimmen: $U_{AB} = U_q$
Im Falle einer I_q den Kurzschlussstrom zwischen A,B bestimmen: $I_{AB} = I_q$
Hierfür werden andere Verfahren benötigt.
z.B.: Helmholzscher Überlagerungssatz

8.) bei geg. Schaltung: Entscheiden Sie welches Verfahren sie verwenden:

Maschenstromverfahren:

wenn $[z - (k-1)] < (k-1)$ ist

Knotenspannungsverfahren:

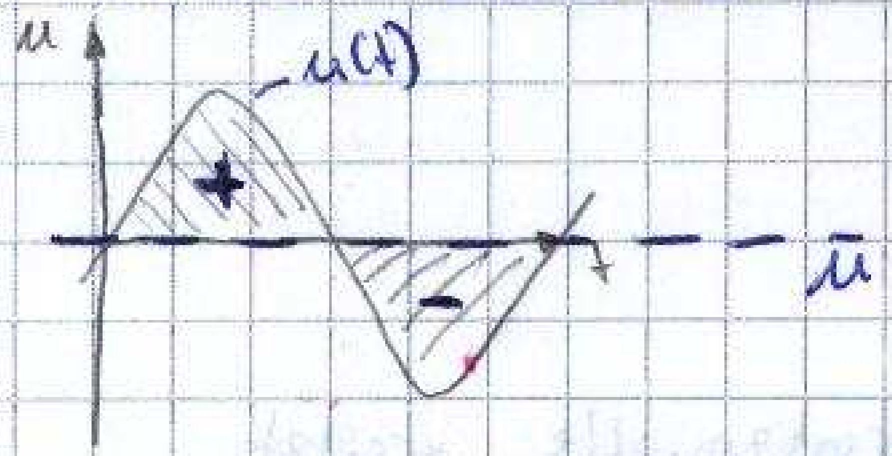
wenn $(k-1) < [z - (k-1)]$ ist

Helmholz:

Bei nicht zu komplexen Konstrukten und nicht zu vielen Quellen

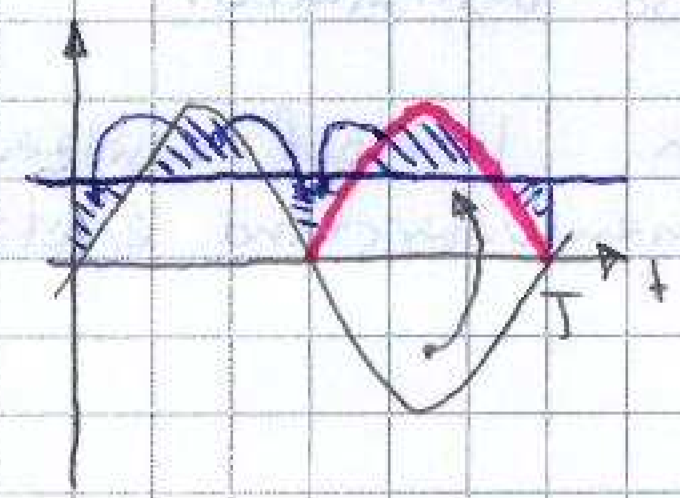
9.) Erklären Sie die drei ~~das~~ charakteristischen Kennwerte einer Wechselgröße:

1.) Linearer Mittelwert:



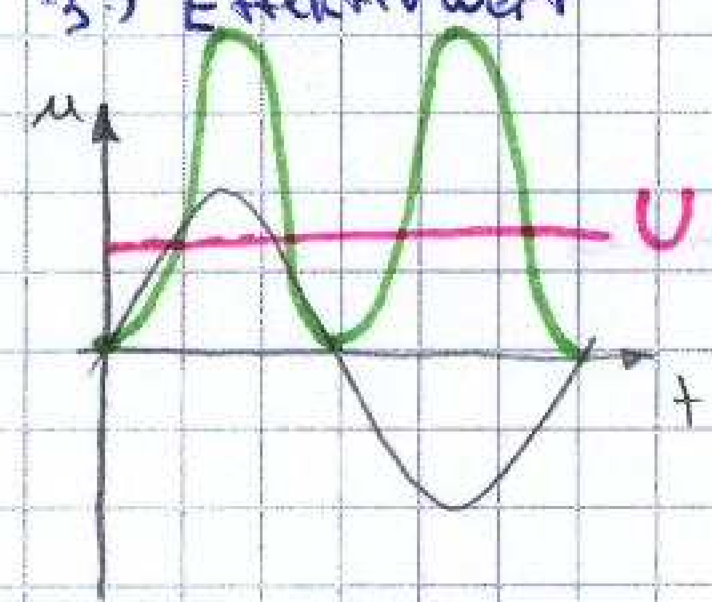
$$\bar{u} = \frac{1}{T}\cdot\int_T u(t)\cdot dt$$

2.) Gleichrichtwert:



$$|\bar{u}| = \frac{1}{T}\cdot\int_T |u(t)|\cdot dt$$

3.) Effektivwert



$$U = \sqrt{\frac{1}{T}\cdot\int_T u(t)^2\cdot dt}$$

im Falle eines Sinuses: $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$

10.) Die Coulomb-Kraft in allen Lagen bestimmen können. (exprodukt)

Hat mit exprodukt nichts zu tun!

$$F = Q\cdot\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\cdot\frac{Q_1\cdot Q_2}{r_{12}^2}\,\vec{e}_r$$

Falls mehrere Q's vorhanden ergibt sich die Resultierende Kraft aus der Superposition der Einzelkräfte (Vektorielle Addition)

Du meintest sicher die Lorenzkraft:

$\vec{F} = Q\cdot(\vec{v}\times\vec{B})$ bzw. die Kraftgleichung $\vec{F} = Q\cdot\vec{E} + Q\cdot(\vec{v}\times\vec{B})$

bzw. umgeformt:

$\vec{F} = I\cdot(\vec{l}\times\vec{B})$

10a.) Kreuzprodukt berechnen:

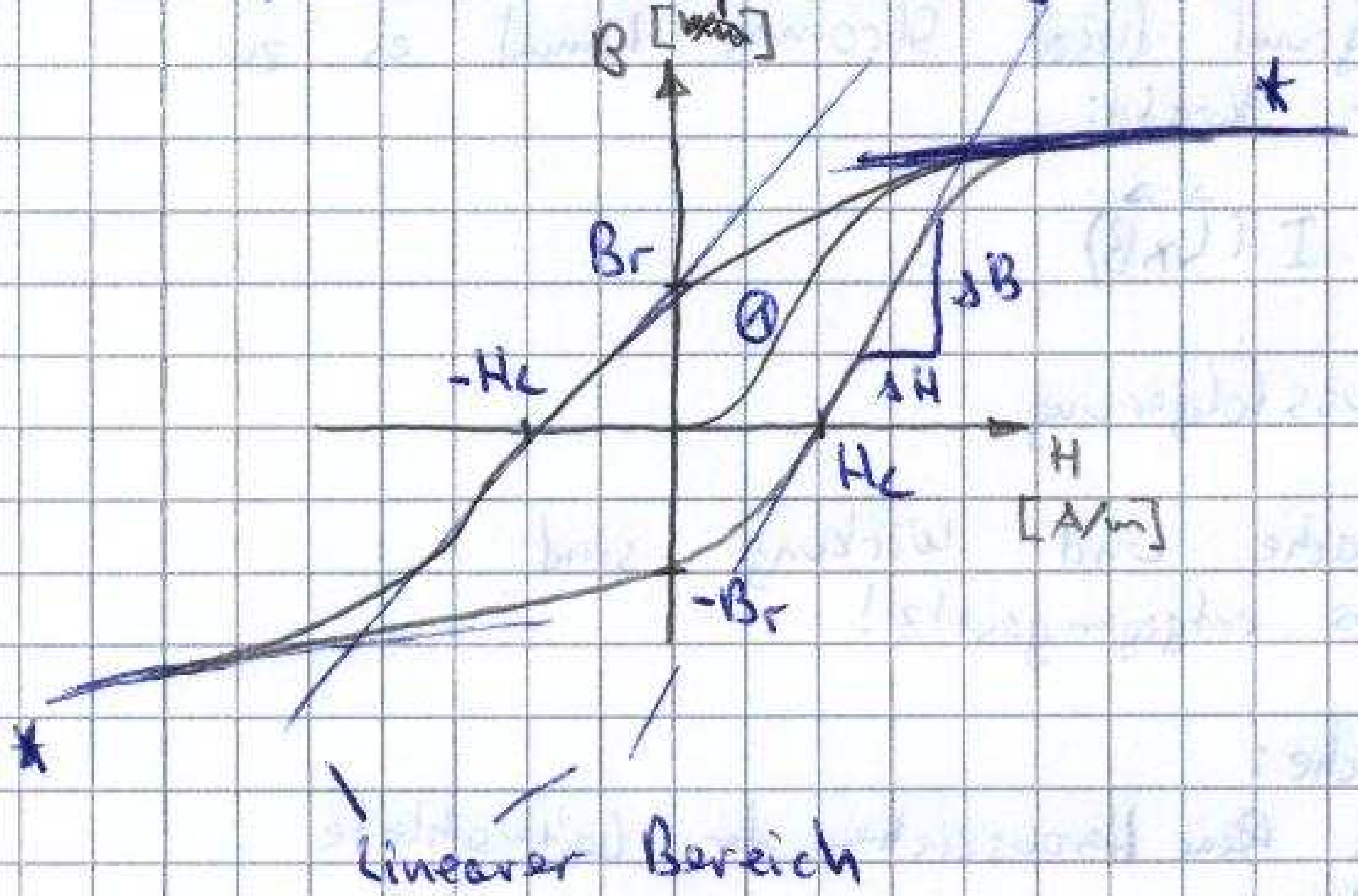
$$L = \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \\ L_z \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix}$$

$$L \times B = \begin{pmatrix} L_x \\ L_y \\ L_z \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_y \cdot B_z - L_z \cdot B_y \\ L_z \cdot B_x - L_x \cdot B_z \\ L_x \cdot B_y - L_y \cdot B_x \end{pmatrix}$$

11.) **Durchflutungssatz:**

$$\oint_S \vec{H} \circ ds = \sum I_{Eingeschlossen}$$

12.) Erklären Sie die Mag. Kennlinie mit allen Kennwerten



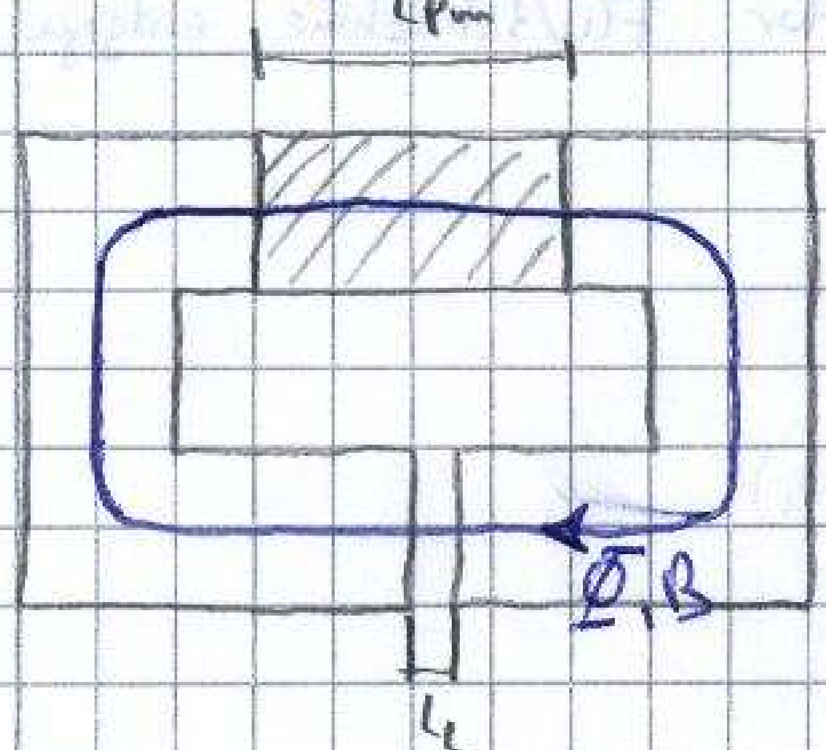
Die ist ja hässlich ^^

B_r ... Remanenz~~feld~~flussdichte
H_c ... Koerzitivfeldstärke

① Erst Magnetiesierung
* Sättigung

$$\frac{\Delta B}{\Delta H} = \mu_r$$

13.) Magnetische Erregung eines PM.

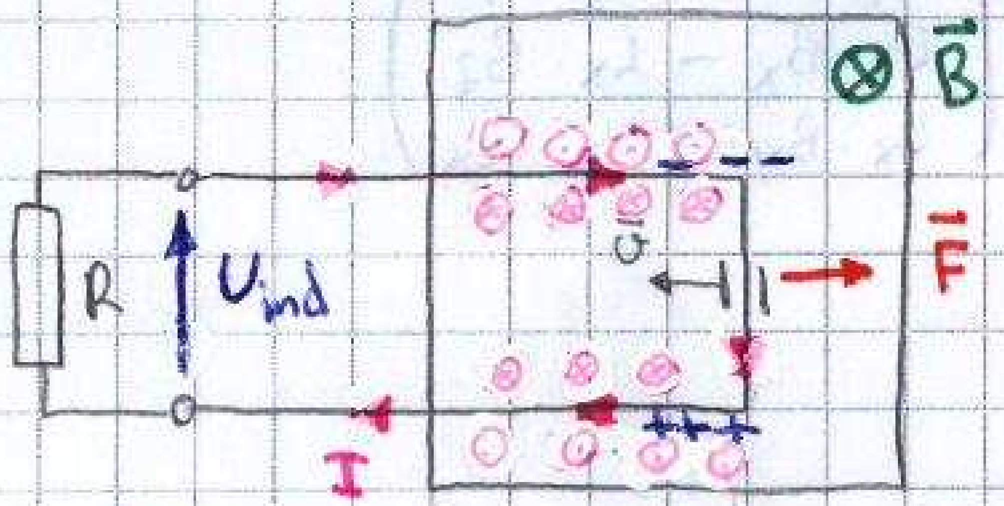


$$\oint_S \vec{H} \circ ds = \emptyset$$

$$\Rightarrow H_{pm} \cdot L_{pm} + H_{Fe} \cdot L_{Fe} + H_e \cdot L_e = \emptyset$$

$$\Rightarrow H_{pm} = -\frac{1}{L_{pm}} \cdot (H_{Fe} \cdot L_{Fe} + H_e \cdot L_e)$$

14.) Bewegungsinduktion:



1.) Durch die Flussabnahme in der Leiterschleife wird eine Spannung induziert. $u = \frac{d\Phi}{dt}$

2.) Aufgrund der Lorenzkraft:

$\vec{F} = Q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$ kann die Richtung der Induzierten Spannung bestimmt werden

3.) Schließt man nun den Stromkreis über einen Widerstand R wird ein Strom $I = \frac{U_{ind}}{R}$ fließen.

4.) Aufgrund dieses Stromes kommt es zu einer Kraft:

$$\vec{F} = I \cdot (\vec{L} \times \vec{B})$$

5.) Schlussfolgerung:

Ursache und Wirkung sind stehts entgegengesetz!

Ursache:

Das ~~Bew~~ Herausziehen der Leiterschleife

Wirkung:

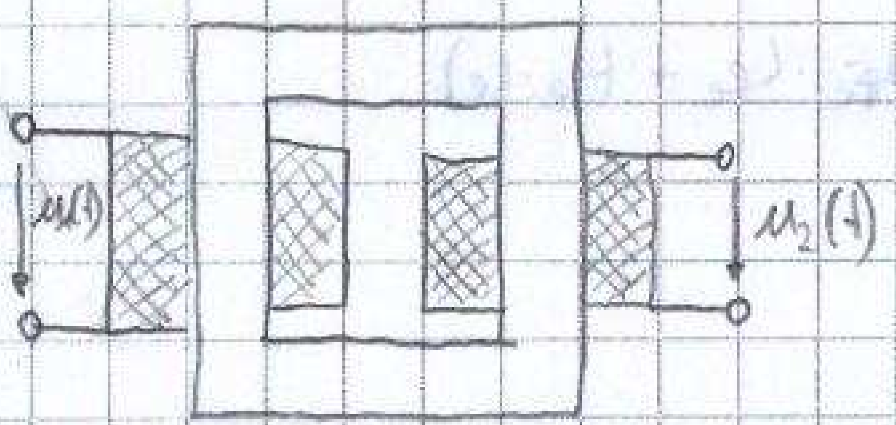
1.) Eine Kraft $\vec{F}$ die entgegengesetzt der Ursache wirkt.

2.) Ein Feld das der Flußabnahme entgegenwirkt

15.) Ruheinduktion:

geg $\Phi(t)$

ges.: ~~$u_2(t)$~~ U_2



z.B.: $\Phi(t) = \sqrt{2} \cdot \Phi_1 \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$

$$u_2(t) = -N_2 \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

$$u_2(t) = -N_2 \cdot \sqrt{2} \cdot \Phi_1 \cdot \cos(\omega t + \varphi) \cdot \omega$$

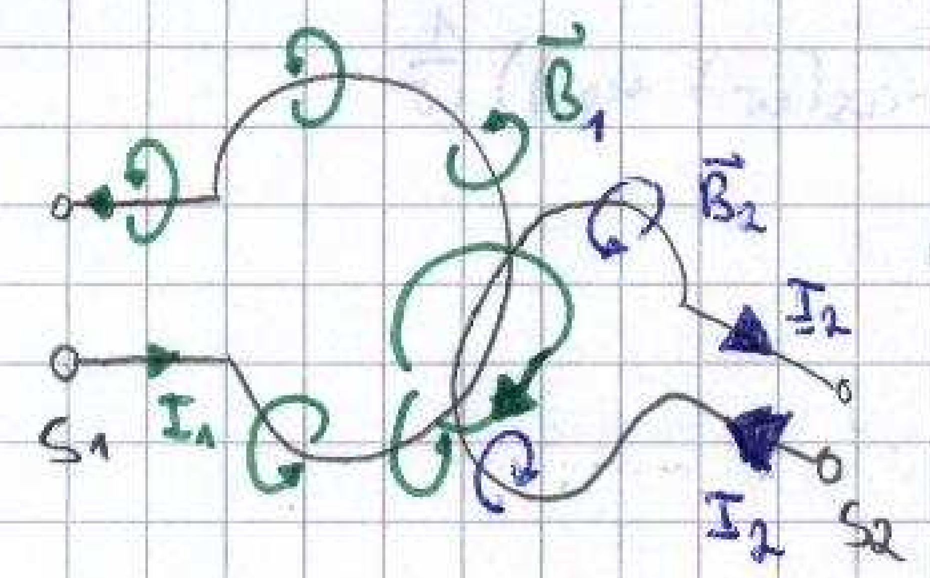
$$\Rightarrow U_2 = N_2 \cdot \Phi_1 \cdot \omega$$

$$U_2 = N_2 \cdot \Phi \cdot 2\pi \cdot f = N_2 \cdot \hat{\Phi} \cdot \sqrt{2} \cdot \pi \cdot f = N_2 \cdot \hat{\Phi} \cdot f \cdot 4{,}44$$

$$\Phi \cdot \sqrt{2} = \hat{\Phi}$$

16.1.) Erklären Sie die Gegeninduktivität

Gleichstrom I_1



1.) Leiterschleife S_1 von einem Strom durchflossen. $\Rightarrow \vec{B}_1$

2.) In Leiterschleife S_2 von einem Fluss durchsetzt

$$\Phi_{12} = \int_{A_{S2}} \vec{B}_1 \circ \vec{A}_{S2}$$

<u>Aber</u>: Es fließt kein Strom!

3.) $\Phi_{12} \sim I_1$

$$\Rightarrow \Phi_{12} = M_{12} \cdot I_1 \qquad [M_{12}] = [\tfrac{Vs}{A} = H]$$

4.) $I_1 = 0$ (wird abgeschaltet)

$$\Rightarrow \frac{d\Phi_1}{dt} \neq 0$$ $\Rightarrow$ in Leiterschleife 2 fließt nun ein Strom I_2 (Will das Feld aufrechterhalten)

5.) Leiterschleife S_1 von einem Fluss durchsetzt:

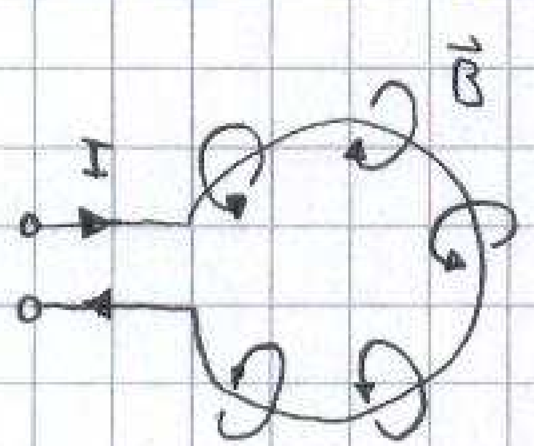
$$\Phi_{21} = \int_{A_1} \vec{B}_2 \circ d\vec{A}_{S1}$$

6.) $\Phi_{21} \sim I_2$

$$\Rightarrow \Phi_{21} = M_{21} \cdot I_2$$

$\Rightarrow$ Gegeninduktion $M_{12} = M_{21} = M$ ist also vom Strom unabhängig!

16.2) Erklären sie die Selbstinduktion:



$$\Phi = \int \vec{B} \circ d\vec{A}$$

$$\Phi = L \cdot I$$

17.) Bauteilgesetz:

z.B. $u(t) = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$

<u>$Z = R$</u>

$$i(t) = \sqrt{2} \cdot \frac{U}{R} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\underline{I} = \frac{U}{R} \cdot e^{j\varphi_0}$$

$$\underline{U} = U \cdot e^{j\varphi_0}$$

$$\underline{Z} = \frac{1}{j\omega C}$$

$$Q = C \cdot U$$

$$\frac{dQ}{dt} = C \cdot \frac{dU}{dt}$$

$$i(t) = C \cdot \frac{du}{dt} = \sqrt{2} \cdot U \cdot C \cdot \underbrace{\cos(\omega t + \varphi_0)}_{\sin(\omega t + \varphi_0 + 90)} \cdot \omega$$

$$\Rightarrow \underline{I} = U \cdot C \cdot \omega \cdot e^{j(\varphi_0 + 90)}$$

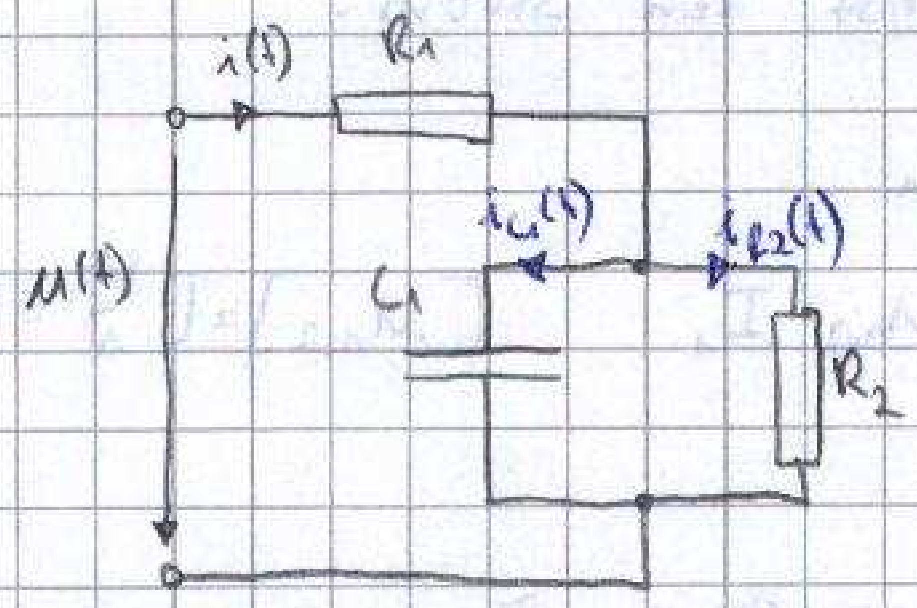
$\underline{Z} = j\omega \cdot L$:

$$u = L \cdot \frac{di}{dt} \Rightarrow i = \frac{1}{L} \cdot \int u \cdot dt = \frac{1}{L} \cdot U \cdot \sqrt{2} \cdot \underbrace{(-\cos(\omega t + \varphi_0))}_{+\sin(\omega t + \varphi_0 - 90)} \cdot \frac{1}{\omega}$$

$$\Rightarrow i(t) = \frac{1}{\omega L} \cdot U \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi_0 - 90)$$

$$\Rightarrow \underline{I} = \frac{U}{\omega L} \cdot e^{j(\varphi_0 - 90)}$$

18.) geg.:



$$u(t) = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(\omega t)$$

$$\Rightarrow \underline{U} = U \cdot e^{j0}$$

$$\underline{Z}_g = R_1 + C_1 // R_2$$

$$C_1 // R_2 = \frac{1}{\frac{1}{1/j\omega C} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + j\omega C} = \frac{1}{\frac{1 + j\omega C R_2}{R_2}}$$

$$= \frac{R_2}{1 + j\omega C R_2} \cdot \frac{1 - j\omega C R_2}{1 - j\omega C R_2} = \frac{R_2 - j\omega C R_2^2}{1 + (\omega C R_2)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{R_2}{1 + (\omega C R_2)^2} + j \frac{-\omega C \cdot R_2^2}{1 + (\omega C R_2)^2}$$

$$\Rightarrow \underline{Z}_g = \frac{R_2}{1 + (\omega C R)^2} + R_1 + j \frac{-\omega \cdot C \cdot R_2^2}{1 + (\omega C R)^2}$$

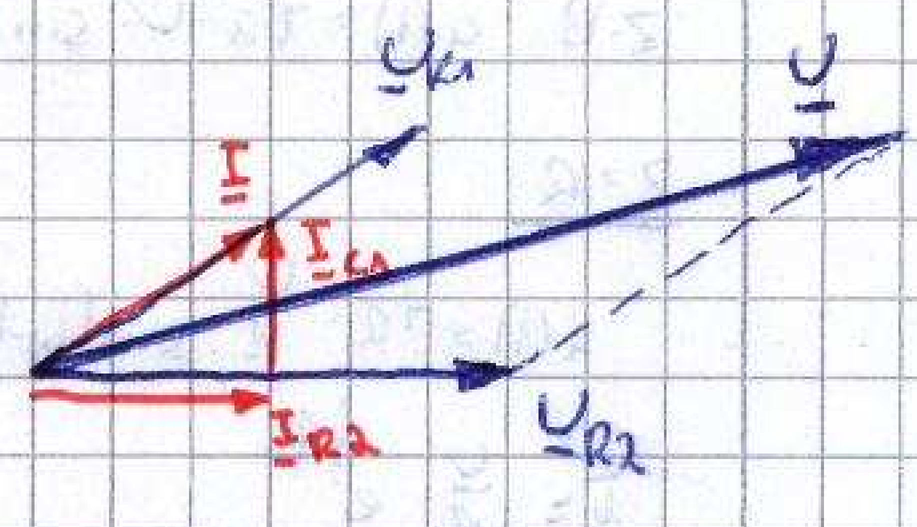
$$\Rightarrow Z = \sqrt{Re^2 + Im^2}$$

$$\varphi_Z = \tan^{-1}\left(\frac{Im}{Re}\right)$$

$$\Rightarrow \underline{Z}_g = Z_g \cdot e^{j\varphi_Z}$$

$$\Rightarrow \underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}_g} = \frac{U}{Z_g} \cdot e^{-j\varphi_Z}$$

Zeigerdiagramm

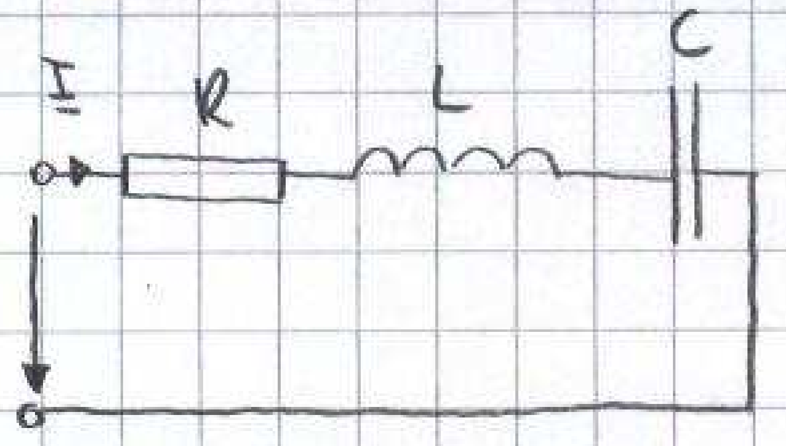


$$\frac{\underline{I}_{R2}}{\underline{I}} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{\frac{1}{j\omega C_1} + R_2} \Rightarrow \underline{I}_{R2} = I_{R2} \cdot e^{j\varphi_{i_{R2}}}$$

$$\Rightarrow \underline{U}_{R2} = \underline{I}_{R2} \cdot R_2 \cdot e^{j\varphi_{i_{R2}}}$$

$$\frac{\underline{I}_{C1}}{\underline{I}} = \frac{R_2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_1}} \Rightarrow \underline{I}_{C1} = I_{C1} \cdot e^{j\varphi_{i_{C1}}}$$

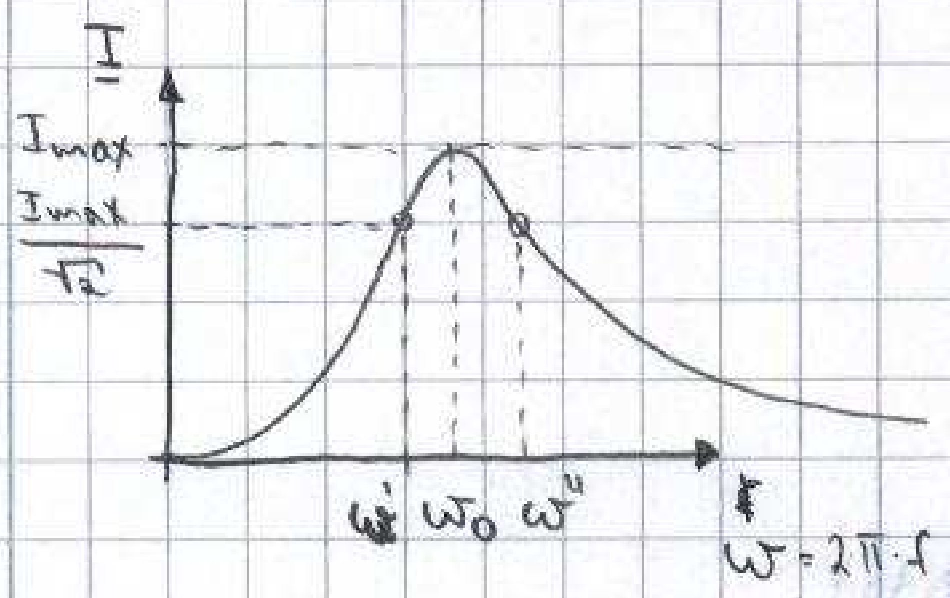
19) R-L-C -Serienschwingkreis:



Resonanz:

$$j\omega \cdot L = \frac{1}{j\omega C} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$$

d.h.: Bei Resonanz erreicht der Eingangsstrom $\underline{I}$ sein Maximum und ist in Phase zu $\underline{U}$!



20.) $\underline{Z} = 2 - j3\ \Omega$ $\quad Z = \sqrt{2^2+3^2} = 3{,}605$ $\quad \varphi_Z = \tan^{-1}\left(\frac{-3}{2}\right) = -56{,}3^\circ$

a.) $\underline{Z}^* = 2 + j3\ \Omega$

$4^2 + 12j - 9$

c.) $\frac{\underline{Z}}{\underline{Z}^*} = \frac{2+j3}{2-j3} = \frac{(2+j3)^2}{2^2+3^2} = \frac{-5}{2^2+3^2} + j\frac{12}{2^2+3^2} = \frac{-5}{13} + j\frac{12}{13}$

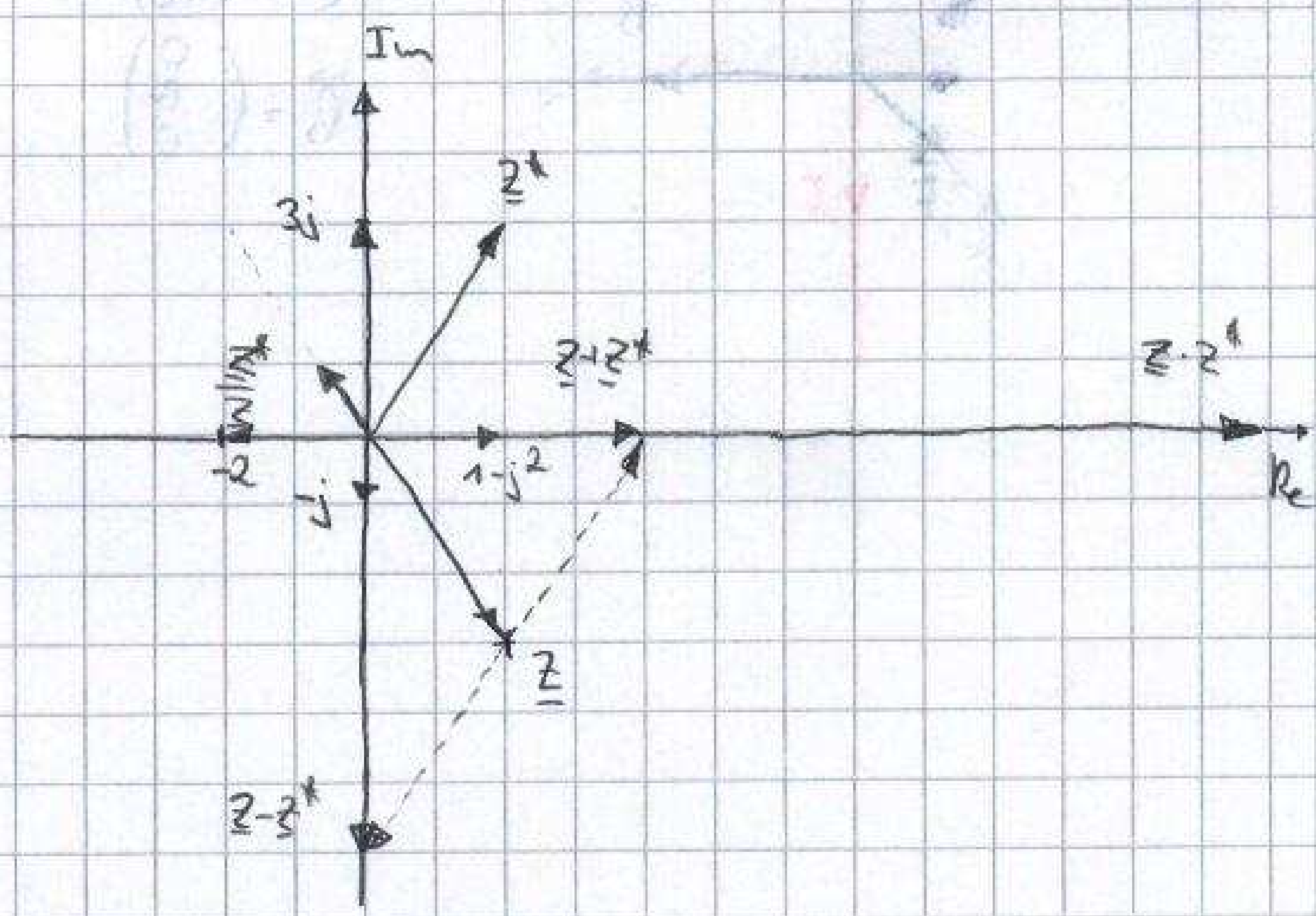
$\frac{\underline{Z}}{\underline{Z}^*} = 1 \cdot e^{j2 \cdot 56{,}3}$

Ups hab gesehen das ich das Vorzeichen von $\underline{Z}$ und $\underline{Z}^*$ beim Imaginärteil vertauscht habe

b.) $\underline{Z} \cdot \underline{Z}^*$

$(2-j3)\cdot(2+j3) = 4 + 9 = 13$

$\underline{Z} \cdot \underline{Z}^* = 13\, e^{j0}$



d.) $\underline{Z} + \underline{Z}^* = 2 - j3 + 2 + j3 = 4$

$\underline{Z} + \underline{Z}^* = 4 \cdot e^{j0}$

e.) $\underline{Z} - \underline{Z}^* = 2 - j3 - 2 - j3 = -j6$

$\underline{Z} + \underline{Z} = 6 \cdot e^{-j90}$

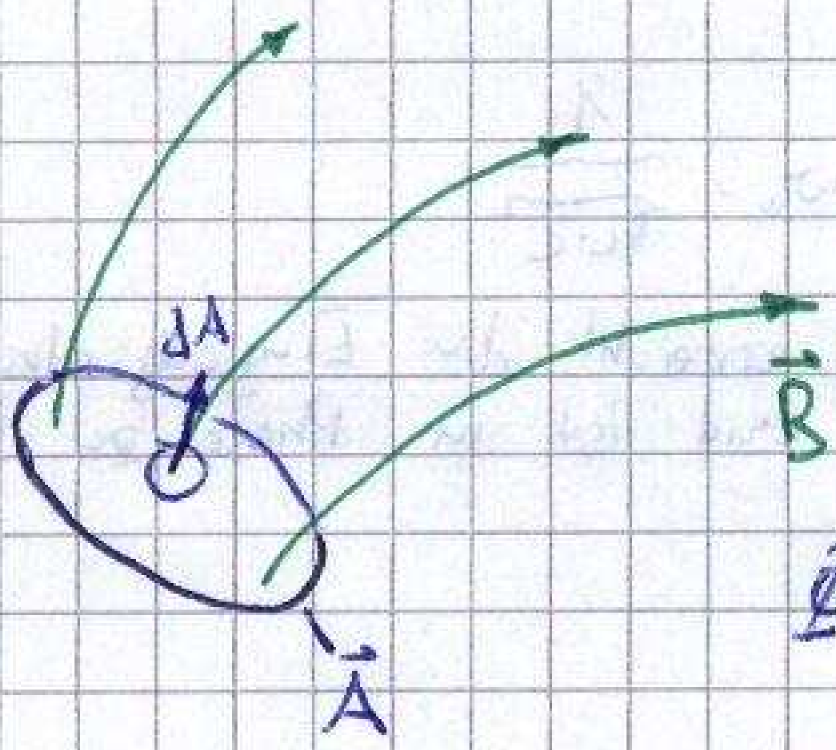
f.) $3j = 3 \cdot e^{j90}$

g.) $\frac{1}{j} = -j = e^{-j90}$

h.) $-2 = -2 \cdot e^{j0}$

i.) $1 - j^2 = 2 = 2 \cdot e^{j0}$

1.) inhomogenes Magnetisches Feld: Fluss?



$$\Phi = \int_A \vec{B} \circ d\vec{A}$$

2.) Strom-Spannungsbeziehung an L und C:

Induktivität:

$$u(t) = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(\cancel{\varphi}\omega t + \varphi_0)$$

$$i(t) = \sqrt{2} \cdot \frac{U}{\omega L} \sin(\omega t + \varphi_0 - 90)$$

$$u = L \cdot \frac{di}{dt}$$

Kapazität

$$u(t) = \sqrt{2} \cdot U \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

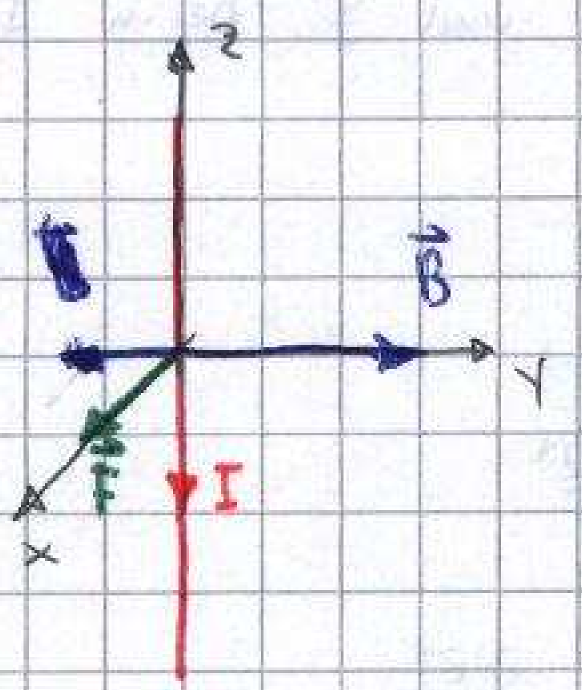
$$i(t) = \sqrt{2} \cdot \omega C U \cdot \sin(\omega t + \varphi_0 + 90)$$

$$Q = C \cdot U$$

$$\frac{dQ}{dt} = C \cdot du/dt$$

$$di = C \cdot \frac{du}{dt}$$

3.)

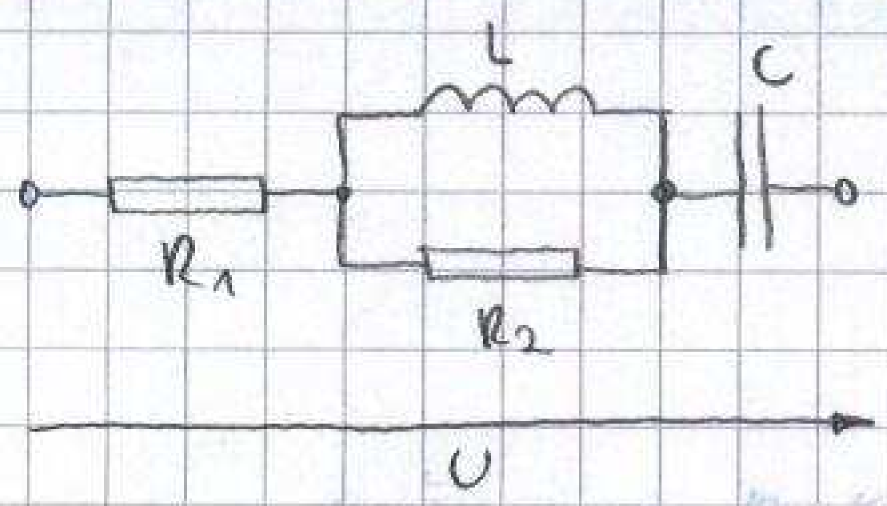


$$\vec{l} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -L_z \end{pmatrix} \qquad \vec{B} = \begin{pmatrix} 0 \\ B \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{F} = I \cdot (L \times B) = I \cdot \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -L_z \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ B \\ 0 \end{pmatrix} \right] =$$

$$\vec{F} = I \cdot \begin{pmatrix} 0 - B \cdot (-L_z) \\ 0 - 0 \\ 0 - 0 \end{pmatrix} = I \cdot \begin{pmatrix} B \cdot L_z \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

4.) geg.: R_1, R_2, L, C, ω und $\underline{U}$ $\qquad \underline{U} = U \cdot e^{j\varphi_U}$



$$\underline{Z}_g = R_1 + X_L // R_2 + X_C$$

$$X_L // R_2 = \frac{R_2 \cdot j\omega L}{R_2 + j\omega L} = \frac{(R_2 \cdot j\omega L)\cdot(R_2 - j\omega L)}{R^2 + (\omega L)^2} = \frac{R_2 \cdot \omega^2 \cdot L^2}{R^2 + (\omega L)^2} + j\,\frac{R^2 \cdot \omega \cdot L}{R^2 + (\omega L)^2}$$

$$\underline{Z}_g = \frac{R_2 \cdot \omega^2 \cdot L^2}{R^2 + (\omega L)^2} + R_1 + j \cdot \left(\frac{R_2 \cdot \omega \cdot L}{R^2 + (\omega L)^2} - \frac{1}{\omega \cdot C} \right)$$

$$|\underline{Z}_g| = \sqrt{Re(\underline{Z}_g)^2 + Im(\underline{Z}_g)^2}$$

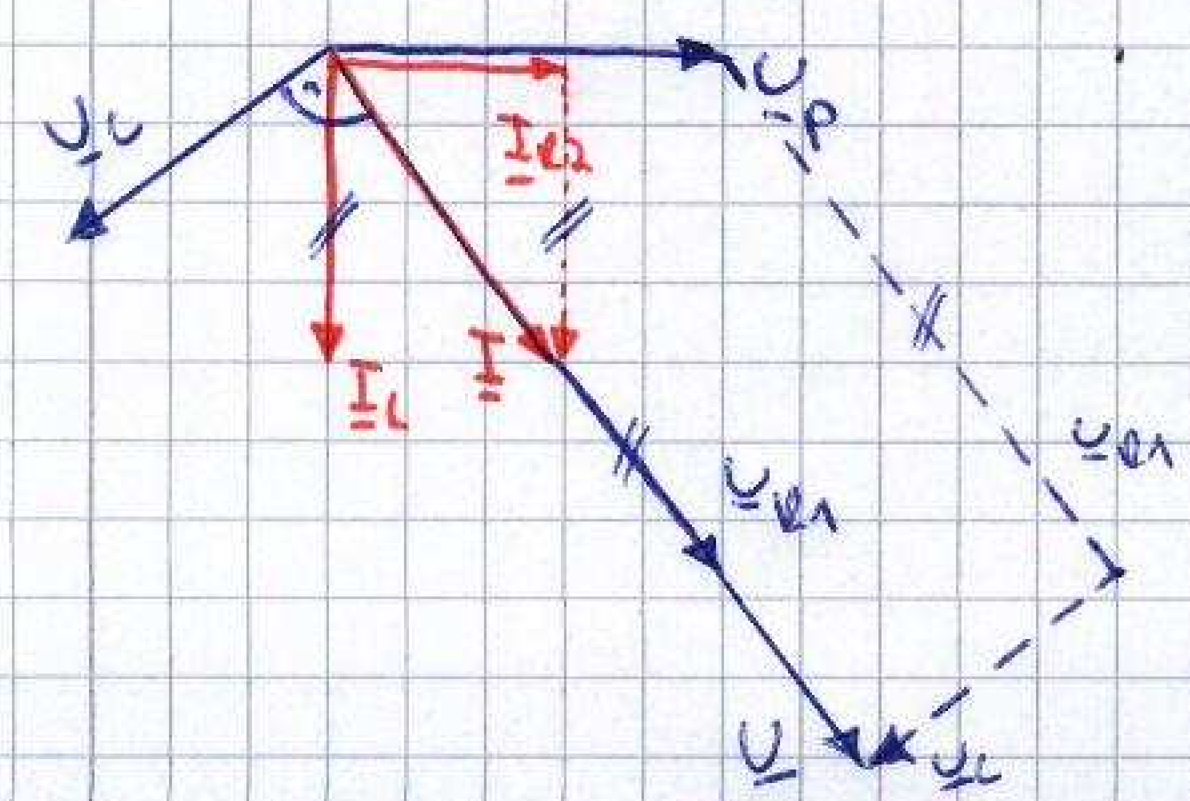
$$\varphi_Z = \tan^{-1}\left(\frac{Im}{Re}\right) \;\hat{=}\; \text{Leistungsfaktor}$$

$$\underline{Z}_g = Z \cdot e^{j\varphi_Z} \Rightarrow \underline{I}_g = \frac{U}{Z} \cdot e^{j(\varphi_U - \varphi_Z)}$$

$$\frac{\underline{I}_L}{\underline{I}} = \frac{R_2}{R_2 + j\omega L} \Rightarrow \underline{I}_L = I_L \cdot e^{j\varphi_{I_L}}$$

$$\frac{\underline{I}_{R2}}{\underline{I}} = \frac{j\omega L}{R_2 + j\omega L} \Rightarrow \underline{I}_{R2} = I_{R2} \cdot e^{j\varphi_{R2}} \Rightarrow \underline{U}_p = \frac{\underline{I}_{R2}}{R_2} = \frac{I_{R2}}{R} \cdot e^{j\varphi_{I_{R2}}}$$

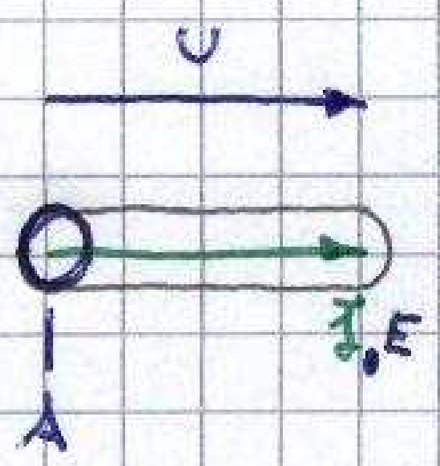
Zeigerdiagramm:



Na das nenn ich mal Blindleistungskompensation!

21.) Siehe Frage 2.)

22.) el. Strömungsfeld (homogen) $I = ?$



$$I = \int \vec{J} \circ d\vec{A} = \gamma \cdot \int \vec{E} \circ d\vec{A} = \gamma \cdot |\vec{E}| \cdot A$$

$$U = \int \vec{E} \circ d\vec{s} = |\vec{E}| \cdot l \Rightarrow |\vec{E}| = \frac{U}{l}$$

$$I = \gamma \cdot \frac{U}{l} \cdot A = \frac{\gamma \cdot A}{l} \cdot U = \frac{U}{R}$$

$$\frac{\gamma \cdot A}{l} \hat{=} \frac{1}{R}$$

23.) $i(t) = \sqrt{2} \cdot I \cdot \sin(\omega t + \varphi_i)$

$\underline{Z} = Y \cdot e^{j\varphi_Y}$

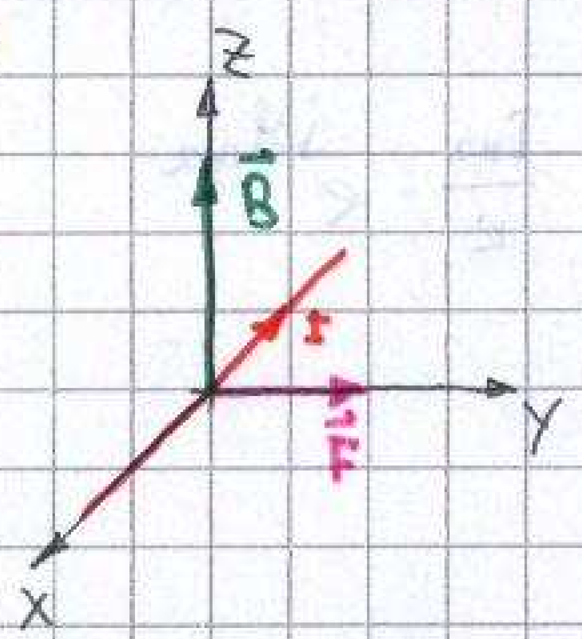
$u(t) = ?$

$\underline{I} = I \cdot e^{j\varphi_i}$

$\underline{U} = \underline{I}\,\underline{Z} = I \cdot Y \cdot e^{j(\varphi_i + \varphi_Y)}$

$\Rightarrow u(t) = I \cdot Y \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi_i + \varphi_Z)$

24.)



$\vec{B} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ B_z \end{pmatrix}$

$\vec{l} = \begin{pmatrix} -l_x \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$\vec{F} = I \cdot (\vec{l} \times \vec{B}) = I \cdot \left[\begin{pmatrix} -l_x \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ B_z \end{pmatrix}\right] = I \cdot \begin{pmatrix} 0 - 0 \\ 0 - B_z \cdot (-l_x) \\ 0 - 0 \end{pmatrix} =$

$\vec{F} = I \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ B_z \cdot l_x \\ 0 \end{pmatrix}$