

Was ist der Verlustfaktor d und was sagt der Winkel δ aus?

Der Verlustfaktor ist der Kehrwert der Güte.

$$d = \frac{1}{Q} = \frac{\operatorname{Re}}{|\operatorname{Im} Z|} = \tan(\delta)$$

Der Verlustwinkel δ wird mehrheitlich dafür eingesetzt, den Anteil der Wirkleistung elektrisch reaktiver Bauteile zu beschreiben und ist wie folgt definiert:

$$\tan(\delta) = \frac{P}{\omega W} = \frac{\operatorname{Re} Z}{|\operatorname{Im} Z|} = \frac{R}{|X|} \quad \delta = \frac{\pi}{2} - |\varphi|$$

Was ist ein Schwingkreis und welche Betriebsmodus gibt es?

Ein Schwingkreis ist:

- ein Netzwerk aus Ohmschen, Kapazitiven und Induktiven Bauteile
- ein resonanzfähiges Netzwerk
- Kann parallel oder seriell geschaltet werden

Es gibt 2 Betriebsmodus:

- Freie Schwingung
- Erzwungene Schwingung (Durch Quelle angeregt)

Weshalb und wann entstehen
Reflexionen?

Reflexionen entstehen immer dann wenn eine Leitung nicht optimal abgeschlossen wird $Z_A \neq Z_0$. Je Grösser die Differenz zwischen Z_A und Z_0 , desto mehr wird Reflektiert.

Das Verhältnis zwischen der Leistung welche reflektiert wird P_- mit der Leistung welche in den Abschlusswiderstand eindringt P_+ ist über den Reflexionsfaktor definiert:

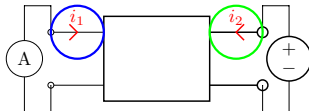
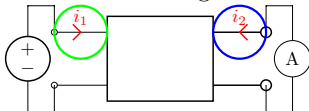
$$\frac{P_-}{P_+} = |\Gamma|^2$$

Was versteht man im Bezug auf
Zweitore unter Passivität, Reziprozität
und Symmetrie?

Passivität: Die Leistung die das Zweitor aufnimmt ist grösser als 0 ($P \geq 0$)

Reziprozität: Ist die Symmetrie bezüglich dem Ausgang. Die Ströme durch die Amperemeter (blau umkreist) müssen gleich sein.

Symmetrie: Die Ströme durch die Quelle (grün umkreist) müssen ebenfalls gleich sein.



Welche Kopplungsarten von Störungen
werden unterschieden?

Die Kopplungsarten lassen sich in zwei Grundtypen unterscheiden (Nahfeld- und Fernfeld-Effekte)

Nahfeld-Effekte:

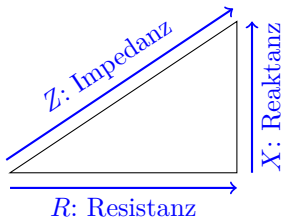
- Kapazitiver Kopplung via elektrischem Feld bzw. von Flächen/Leitern unterschiedlichen Potentials
- Induktiver Kopplung via Magnetfeld bzw. von Strömen
- Galvanischer Kopplung über gemeinsame Impedanzen (z.B. stromführende Leiterabschnitte)

Fernfeld-Effekte:

- Kopplung über Wellenausbreitung auf Leitungen
- Strahlungskopplung über Wellenausbreitung im freien Raum

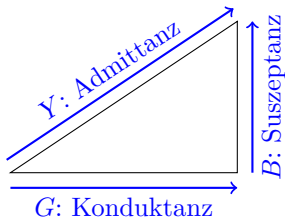
Beschreibe die Begriffe im Impedanz
Dreieck!

Die Begriffe im Impedanz Dreieck lauten wie folgt:



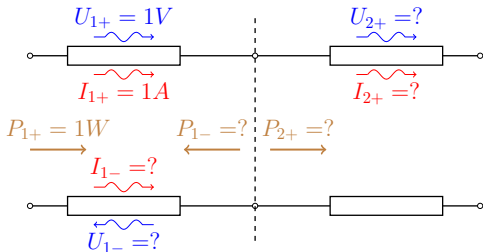
Beschreibe die Begriffe im Admittanz
Dreieck!

Die Begriffe im Impedanz Dreieck lauten wie folgt:



Komplettiere folgendes Schema wenn
gilt $\Gamma = 0.6$

$(U_{1-}, I_{1-}, P_{1-}, U_{2+}, I_{2+}, P_{2+})$:



$$U_{1-} = \Gamma \cdot U_{1+} = \mathbf{0.6V}$$

$$I_{1-} = \Gamma \cdot I_{1+} = \mathbf{0.6A}$$

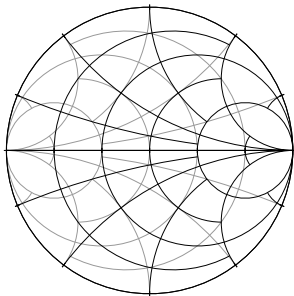
$$P_{1-} = U_{1-} \cdot I_{1-} = \Gamma^2 \cdot P_{1+} = \mathbf{0.36W}$$

$$U_{2+} = (1 + \Gamma) \cdot U_{1+} = \mathbf{1.6V}$$

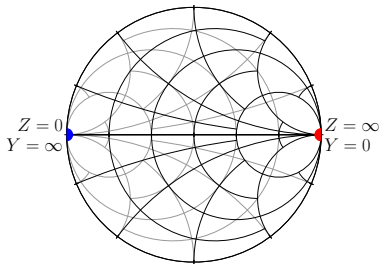
$$I_{2+} = (1 - \Gamma) \cdot I_{1+} = \mathbf{0.4A}$$

$$P_{2+} = (1 + \Gamma) \cdot (1 - \Gamma) = (1 - \Gamma^2) \cdot P_{1+} = \mathbf{0.64W}$$

Wo ist die Impedanz/Admittanz im Smithchart 0 und wo sind sie ∞ .



Die Nullstelle der Impedanz ist zugleich die ∞ stelle der Admittanz und befindet sich auf der linken Seite (blau). Die Nullstelle der Admittanz ist somit auf der rechten Seite zusammen mit der ∞ stelle der Impedanz (rot).



Beschreibe die Impedanzmatrix **Z**. Wie werden die einzelne Elemente gemessen/berechnet?

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix}}_{\mathbf{Z}} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

- Leerlauf-Eingangsimpedanz

$$Z_{11} = \left. \frac{U_1}{I_1} \right|_{I_2=0}$$

- Eingangs-Koppel-/Kernimpedanz

$$Z_{12} = \left. \frac{U_1}{I_2} \right|_{I_1=0}$$

- Ausgangs-Koppel-/Kernimpedanz

$$Z_{21} = \left. \frac{U_2}{I_1} \right|_{I_2=0}$$

- Leerlauf-Ausgangsimpedanz

$$Z_{22} = \left. \frac{U_2}{I_2} \right|_{I_1=0}$$

Beschreibe die Admittanzmatrix \mathbf{Y} .
Wie werden die einzelne Elemente
gemessen/berechnet?

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix}}_{\mathbf{Y}} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$$

- Kurzschluss-Eingangsadmittanz $Y_{11} = \left. \frac{I_1}{U_1} \right|_{U_2=0}$
- Rückwirkungsleiterwert $Y_{12} = \left. \frac{I_1}{U_2} \right|_{U_1=0}$
- Steilheit $Y_{21} = \left. \frac{I_2}{U_1} \right|_{U_2=0}$
- Kurzschluss-Ausgangsadmittanz $Y_{11} = \left. \frac{I_2}{U_2} \right|_{U_1=0}$

Die Admittanz Matrix lässt sich auch über die Impedanzmatrix berechnen:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{Z}^{-1}$$

Beschreibe die Kettenmatrix **A**. Wie werden die einzelne Elemente gemessen/berechnet?

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}}_{\mathbf{A}} \begin{bmatrix} U_2 \\ -I_2 \end{bmatrix}$$

- Reziproke Leerlauf-Spannungsübersetzung $A_{11} = \left. \frac{U_1}{U_2} \right|_{I_2=0}$
- Kurzschluss-Kernimpedanz vorwärts $A_{12} = \left. \frac{U_1}{-I_2} \right|_{U_2=0}$
- Leerlauf-Kernadmittanz vorwärts $A_{21} = \left. \frac{I_1}{U_2} \right|_{I_2=0}$
- Reziproke Kurzschluss-Stromübersetzung $A_{11} = \left. \frac{I_1}{-I_2} \right|_{U_2=0}$

Beschreibe die Hybridmatrix **H**. Wie werden die einzelne Elemente gemessen/berechnet?

$$\begin{bmatrix} U_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix}}_{\mathbf{H}} \begin{bmatrix} I_1 \\ U_2 \end{bmatrix}$$

- Kurzschluss-Eingangsimpedanz $H_{11} = \left. \frac{U_1}{I_1} \right|_{U_2=0}$
- Leerlauf-Spannungsrückwirkung $H_{12} = \left. \frac{U_1}{U_2} \right|_{I_1=0}$
- (Negative) Kurzschluss-Stromverstärkung $H_{21} = \left. \frac{I_2}{I_1} \right|_{U_2=0}$
- Leerlauf-Ausgangsadmittanz $H_{11} = \left. \frac{I_2}{U_2} \right|_{I_1=0}$

Wie lassen sich kapazitiv eingekoppelte
Störungen reduzieren?

Es gibt fünf Ansätze:

- **Koppelkapazitäten minimieren:**
 - kurze Verbindungsleitungen
 - grosser Abstand zwischen den betreffenden Leitungen
 - Vermeidung von parallel geführten Leitungen
- **Niederohmige Speisung:**
 - Signalspannungsquelle mit möglichst geringem R_i
 - Verringern von du/dt der Störspannung
- **Abschirmung**
- **Differentielle Signalübertragung**
- **Verringerung der Flankensteilheiten**

Wie lassen sich induktiv eingekoppelte
Störungen reduzieren?

- Verringerung der Gegeninduktivität M (maximieren des Abstands, minimieren der Schleifengrößen)
- Verdrillen von Hin- und Rückleitern
- Symmetrische (differentielle) Signalübertragung
- Reduzierung der Änderungsgeschwindigkeit des Störstromes
- Herabsetzen der Flussänderung $d\Phi/dt$ durch eine Kurzschlusschleife in unmittelbarer Nähe des gefährdeten Nutzkreises
- Abschirmen der Leitungen, Stromkreise und Baugruppen durch ferro-/ferrimagnetische Schirme

Wie lassen sich galvanisch
eingekoppelte und
strahlungseingekoppelte Störungen
reduzieren?

Galvanische Kopplung:

- Entkopplungskapazitäten
- getrennte Zuleitungen

Strahlungseinkopplung:

- Schirmung (nicht beliebig dünn; Skin-Tiefe muss berücksichtigt werden)