

WSDst Formelsammlung

Sebastian Hünbel

2022/2023

Mittelwerte

Arithmetischer MW / Gleichwert/Linearer MW	$X_0, \bar{X}, X_m = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} x(t) dt$
Effektivwert / Quadratischer MW	(RMS) $X, X_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} x^2(t) dt}$
Gleichrichtwert	Wie Arithm. MW über $ x(t) $
Wirkleistung	$P = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} p(t) \cdot dt$
Momentanleistung	$p(t) = u(t) \cdot i(t)$

Formfaktoren

	$\frac{\bar{u}}{U_{\text{eff}}}$	$\frac{u_{\text{eff}}}{U_{\text{max}}}$	Scheitelfaktor	Formfaktor
Sinus	$\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.707$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.707$	$\sqrt{2} \approx 1.414$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1.11$
Voll gleichg. Sin	$\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.707$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.707$	$\sqrt{2} \approx 1.414$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \approx 1.11$
Halb gleichg. Sin	$\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0.318$	$\frac{1}{2} = 0.5$	2	$\frac{\pi}{2} \approx 1.571$
Dreieck (AC)	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.557$	$\sqrt{3}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1.155$
Rechteck (AC)	1	1	1	1

Leistungen

Wirkleistung W	$P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi) = \operatorname{Re}\{S\}$
Blindleistung var	$Q = U \cdot I \cdot \sin(\varphi) = \operatorname{Im}\{S\}$
Scheinleistung VA	$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2} = S $
Komplexe Leistung	$S = U \cdot I^* = P + jQ = S \cdot e^{j\varphi}$

Mathematik

$$e^{j\varphi} = \cos(\varphi) + j \sin(\varphi) \quad \varphi = \arctan\left(\frac{\operatorname{Im}(x)}{\operatorname{Re}(x)}\right), \text{ für } \operatorname{Re}(x) > 0 \text{ nach } +\pi$$

$$\sin(x) = \cos(x - 90^\circ) \quad \cos(x) = \sin(x + 90^\circ)$$

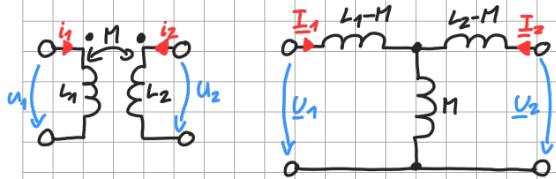
$$\sin(z) = \frac{1}{2j} (e^{iz} - e^{-iz}) \quad \cos(z) = \frac{1}{2} (e^{iz} + e^{-iz})$$

Elektrotechnik

	Impedanz	Reaktanz		Admittanz	Suszeptanz
Spule:	$Z_L = j\omega L$	$X_L = \omega L$	$u(t) = L \cdot \frac{di}{dt}(t)$	$Y_L = \frac{1}{j\omega L}$	$B_L = -\frac{1}{\omega L}$
Kondensator:	$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$	$X_C = \frac{-1}{\omega C}$	$i(t) = C \cdot \frac{du}{dt}(t)$	$Y_C = j\omega C$	$B_C = \omega C$

Trafos

Ideal



$$\text{Übersetzungsverhältnis } \bar{u} = \frac{|U_1|}{|U_2|} = \frac{|I_2|}{|I_1|} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\text{Leistungsbilanz: } S_1 = S_2$$

$$\text{Schaltwiderstandübertragung: } Z_{au} = \bar{u}^2 \cdot Z_a$$

$$\text{Transformatorgleichung: } \begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_1 & M \\ M & L_2 \end{bmatrix} \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_1(t) \\ i_2(t) \end{bmatrix}$$

$$\text{Gegeninduktion: } M = k \cdot \sqrt{L_1 L_2} \quad (k=1 \text{ bei idealer Kopplung})$$

Leerlauf:

$$\hat{u}_{10} = \hat{i}_0 \cdot \omega \cdot L_1, \quad L_1 = N_1 \cdot \frac{\hat{\Phi}_{10}}{\hat{i}_0}, \quad \hat{\Phi}_{10} = \hat{B}_1 \cdot A \quad (A = \text{Kernquerschnittsfläche})$$

$$U_{10} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \hat{u}_{10}, \quad U_{20} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \omega \cdot N_2 \cdot \hat{B}_1 \cdot A$$

Real, Einphasig

R_1, R_2 : Spulen-Widerstand

jX_{o1}, jX_{o2} : Streufluss Spule

R_{Fe} : Eisenverluste

jX_h : Hauptfluss Spule

$$U'_2 = U_2 \cdot \frac{N_1}{N_2} \quad |I'_2 = I_2 \cdot \frac{N_2}{N_1}| \quad R'_2 = R_2 \cdot \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

$$X'_{o2} = X_{o2} \cdot \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

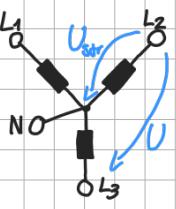
$$\text{Wirkungsgrad: } \eta = \frac{S_1 - P_V}{S_1}$$

Leerlauf: R_1 & jX_{o1} vernachlässigbar

$$I_{10} = I_{1Fe} + I_{1p} \quad (I_{1p} \gg I_{1Fe})$$

Kurzschluss: R_{Fe} & X_h vernachlässigbar

Stern



Symmetrische Belastung:

$$U = U_{\text{Str}} \cdot \sqrt{3}, I = I_{\text{Str}}$$

$$S_{\text{Str}} = U_{\text{Str}} \cdot I_{\text{Str}}, S = 3 \cdot S_{\text{Str}}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I, P = S \cdot \cos(\varphi)$$

$$Q = S \cdot \sin(\varphi)$$

Kurzschluss: $I_K = I_{1N}$ wird auf Nennstrom gesetzt.

$$Z_K = \frac{U_K}{\sqrt{3} I_{1N}}, Z_K = \sqrt{X_f^2 + R_f^2}$$

$$P_K = 3 \cdot I_{1N}^2 \cdot R_f$$

Verhältniszahlen

Scheitelfaktor (crest factor)

$$k_s = \frac{\text{Scheitelfwert}}{\text{Effektivwert}} = \frac{\hat{x}}{x}$$

Formfaktor (form factor)

$$F = \frac{\text{Effektivwert}}{\text{Gleichrichtwert}} = \frac{x}{|x|}$$

Schwingungsgehalt

$$s = \frac{\text{Eff. Wert des Wechselanteils}}{\text{Eff. Wert der Mischgröße}}$$

Effektive Welligkeit

$$\frac{\text{Eff. Wert des Wechselanteils}}{\text{Gleichwert der Mischgröße}}$$

Riffelfaktor

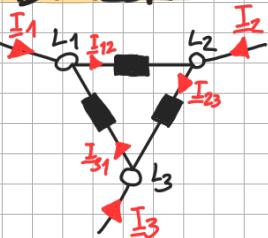
$$\frac{\text{Scheitelfwert des Wechselanteils}}{\text{Gleichwert der Mischgröße}}$$

Leistungsfaktor

$$\lambda = \frac{P}{S}$$

Scheitelfwert = Peak-Wert \hat{x}

Dreieck



Symmetrische Belastung:

$$U = U_{\text{Str}}, I = I_{\text{Str}} \cdot \sqrt{3}$$

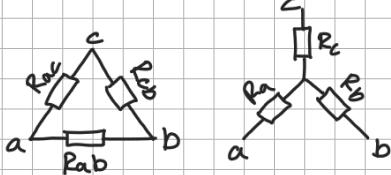
$$S_{\text{Str}} = U_{\text{Str}} \cdot I_{\text{Str}}, S = 3 \cdot S_{\text{Str}}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I, P = S \cdot \cos(\varphi)$$

$$Q = S \cdot \sin(\varphi)$$

$$\begin{cases} I_1 = I_{12} - I_{31} \\ I_2 = I_{23} - I_{12} \\ I_3 = I_{31} - I_{23} \end{cases}$$

Stern-Dreieck-Umwandlung



$$\Delta \rightarrow Y : Z_c = \frac{Z_{ab} \cdot Z_{bc}}{Z_{ab} + Z_{bc} + Z_{ac}}$$

$$Y \rightarrow \Delta : Y_{ac} = \frac{Y_a \cdot Y_b}{Y_a + Y_b + Y_c}, Z_{ac} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_b}$$

$$\text{Bei gleichen } R: R_\Delta = 3 \cdot R_Y$$

$$\text{Bei gleichen } C: C_Y = 3 \cdot C_\Delta$$

$$\text{Bei gleichen } L: L_\Delta = 3 \cdot L_Y$$

Zeigendiagramm Trafo (Belastet)

