

1. Allgemeines

Allgemeines

Tastverhältnis: $D = \frac{t_L}{T}$

Funktion einer Sinusspannung: $u(t) = \hat{U}_s \cdot \sin(\omega t)$

Physikalische Größen

U_0 : Gleichspannung

\hat{u} : Scheitelwert

$u(t)$: zeitabhängige Spannung

T : Periodendauer

t_i : Impulszeit

\bar{U} : Arithmetischer Mittelwert

2. Mathematische Verfahren

2.1. Mittel- & Effektivwert

Arith. Mittelwert einer Mischspannung: $\bar{u}_{di} = U_{di} = \frac{1}{T} \int_0^T u_d(t) dt$

Effektivwert: $U_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u_d^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^{2\pi} u_d^2(\omega t) d\omega t}$

Effektivwert einer diskreten Spannung

1. Spannung in Spannungen mit gleichem \hat{U} aufteilen.

2. Effektivwerte der Einzelspannungen berechnen:

$$U_{xRMS} = \sqrt{D} \hat{U}$$

3. Quadratische Summe aller U_{xRMS} berechnen:

$$U_{RMS} = \sqrt{U_{xRMS}^2 + U_{x+1RMS}^2 \dots}$$

2.2. Welligkeit, Klirr und Formfaktor

Welligkeit (Ripple)

$$w_U = \frac{U_{RMS}}{U_d} = \sqrt{\frac{U_{RMS_{ges}}^2}{U_d^2} - 1}$$

$$w_I = \frac{I_{RMS}}{I_d} = \sqrt{\frac{I_{RMS_{ges}}^2}{I_d^2} - 1}$$

Welligkeit reiner Gleichgrößen: $w = 0$.

Welligkeit reiner Wechselgrößen: $w = \text{sehr groß}$.

Klirrfaktor (THD)

$$K_U = \frac{U_{RMS_{OS}}}{U_{RMS}}$$

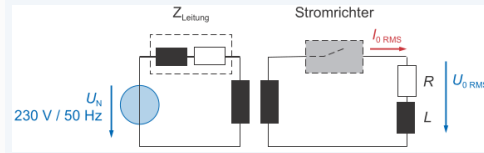
$$K_I = \frac{I_{RMS_{OS}}}{I_{RMS}}$$

Formfaktor

$$F = \frac{U_{dRMS}}{U_{di}}$$

3. Leistungsberechnung

3.1. Leistungsarten



$$S = U_{0RMS} \cdot I_{0RMS}$$

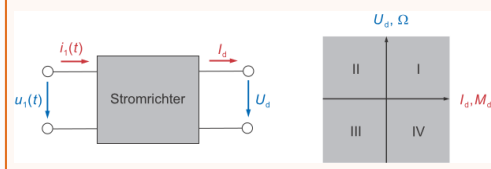
Für rein sinusförmige Verläufe gilt:

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

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$Q = \sin(\phi)$$

3.2. Betriebsquadranten



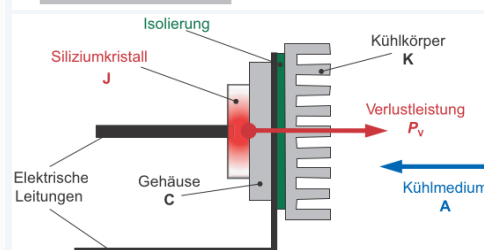
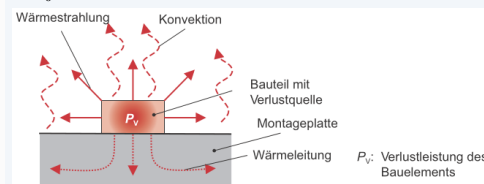
4. Wärmemanagement

4.1. Verlustleistung

Thermische Energie: Q

Momentanleistung am PN Übergang: $p_v = u \cdot i$

$$Q = \int_0^t p(t) dt$$



Bauelement	Kennbuchstabe	Temperatur
Siliziumkristall - Junction	J	ϑ_J
Gehäuse - case	C	ϑ_C
Kühlkörper - heatsink	K	ϑ_K
Kühlmedien - ambient	A	ϑ_A

5. Mittelpunktschaltungen

5.1. Nomenklatur

i_d, u_d : Zeitverläufe von Strom und Spannung

I_d, U_d : In den Zeitverläufen von i_d und u_d enthaltene Mittelwerte

u_T : Zeitlicher Verlauf der Spannung an einem Thyristor

u_S : Zeitlicher Verlauf der Netzspannung

U_S : Effektivwert der Netzspannung

U_N : Effektivwert der verketteten Spannung

d : Ausgangsgröße

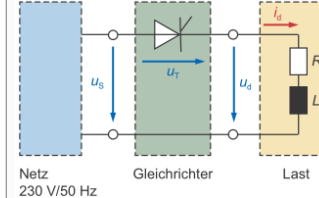
T : Transistor

S : Strang

N : verkettete Größe

5.2. Einphasige Mittelpunktschaltung M1

5.2.1. Aufbau und Funktion



5.2.2. Steuergesetz

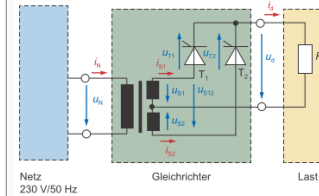
Rein ohmsche Last: $U_{dia} = \frac{\hat{U}_S}{2\pi} \cdot (1 + \cos \alpha)$

$$\frac{U_{dia}}{U_{di0}} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

5.2.3. Welligkeit

$$U_d = \sqrt{U_{dRMS}^2 - U_{dia}^2}$$

5.3. Zweiphasige Mittelpunktschaltung



$$u_{s12} = u_{s1} - u_{s2} = u_N \cdot \frac{N_2}{N_1}$$

5.3.1. Stromglättung

Bei induktiver Last gilt: $u_d = u_R + u_L = i_d \cdot R + L \cdot \frac{di_d}{dt}$

5.3.2. Steuergesetz

Bei nicht lückendem Betrieb ergibt sich für U_{dia} : $U_{dia} =$

$$\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{2\pi+\alpha} u_d(\omega t) d(\omega t) = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cdot \hat{U}_S \cdot \cos \alpha$$