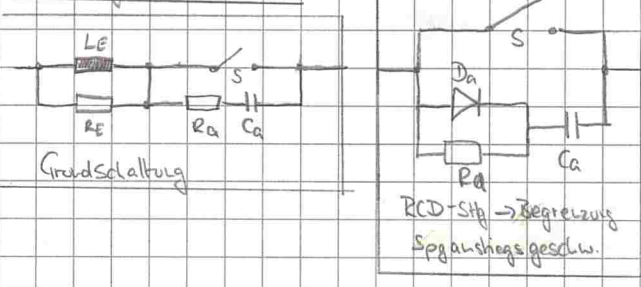
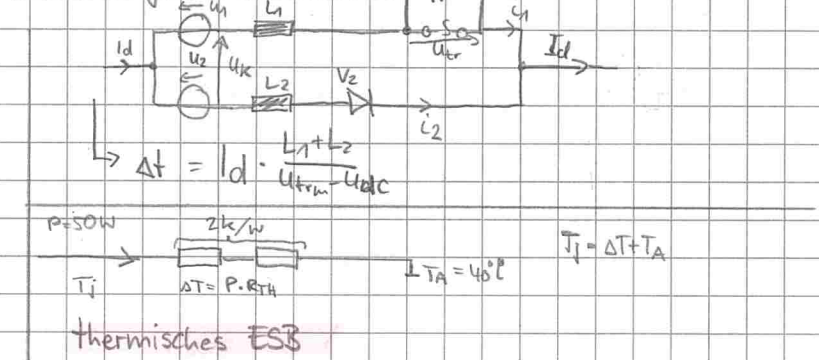


# FS Leistungselektronik

## Entlastungnetzwerke:



## Umschaltung Ausschalter Transistor



## Durchlassverluste

Transistor:  $P_{AV} = U_{to} I_{TAV} + r_T I^2$

MOSFET:  $P = R_{DS(on)} \cdot I_{RMS}^2$

$A_v$  = gleichgerichteter Mittelwert  
 $R_{US}$  = Effektivwert  
 $r_T = r_{T, d}$  direkter Widerst.

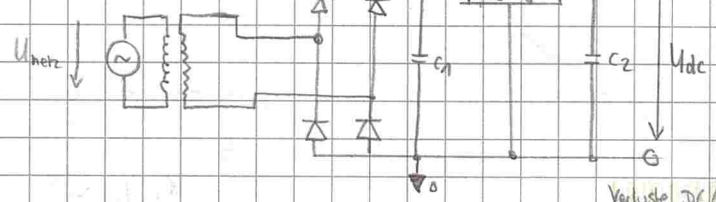
## Zuverlässigkeit

$F(t)$  = Fehlerwahrscheinlichkeit  $R(t)$  = Überlebenswahrscheinlichkeit  
 $F(t) + R(t) = 1$   
 $\lambda(t) = \frac{dF(t)}{dt}$  = Ausfallrate  
 $1 \text{ fit} \approx 10^{-9}$  Fehler pro Std.  
 $R(t) = e^{-\lambda t}$  mit  $\lambda$  = Ausfallrate  
 $MTBF = \frac{1}{\lambda}$

Schaltverluste (besonders bei hohen Frequenzen zu berücksichtigen!)

$P_{AV} = \int \cdot (W_{on} + W_{off})$  (BridgE) :  $U_s = U_R \cdot Q_f$

## Netzteile & DC/DC Wandler



max. Schaltfrequenz:

Leistungshalbleiter:  
 - Schaltverlustleistung  
 - Schaltzeiten

magn. Komponenten:  
 - Ummagnetisierung  
 - Sättigung  
 - Proximityeffekt

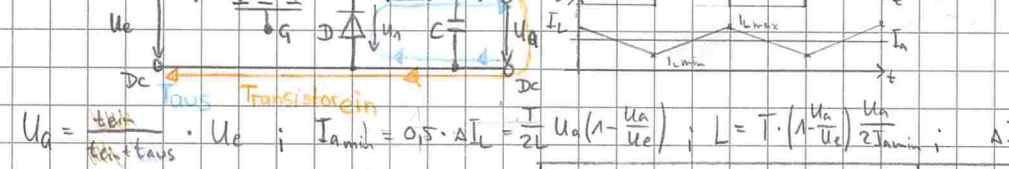
Wicklungseffekte

Vorteile trotz mehr Bauteilen:

- geringere Verlustleistung, Gewicht, Volumen, Glättungsaufwand
- keine Geräusche
- größere Eingangs Spg.

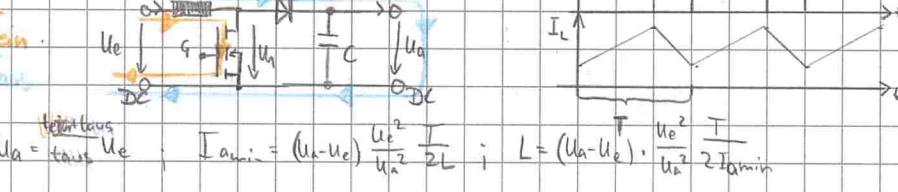
## Drosselwandler:

Abwärts:



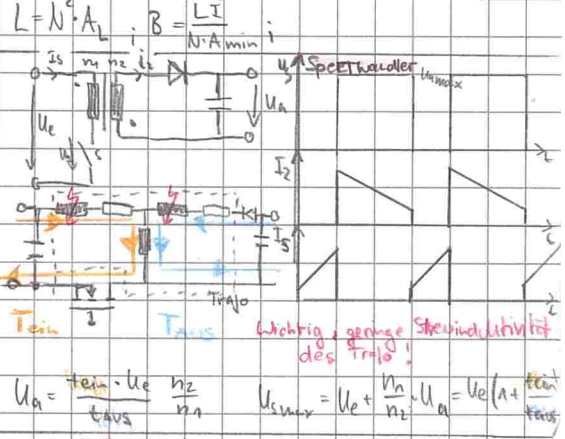
$U_a = \frac{t_{on}}{t_{on} + t_{aus}} \cdot U_e$ ;  $I_{amin} = 0,5 \cdot \Delta I_L = \frac{I}{2L} U_a (1 - \frac{U_a}{U_e})$ ;  $L = T \cdot (1 - \frac{U_a}{U_e}) \frac{U_a}{2 I_{amin}}$ ;  $\Delta I_L t = C \cdot \Delta U_a$ ;  $\Delta U_a = \frac{I}{8C} \Delta I_L$

Aufwärts:

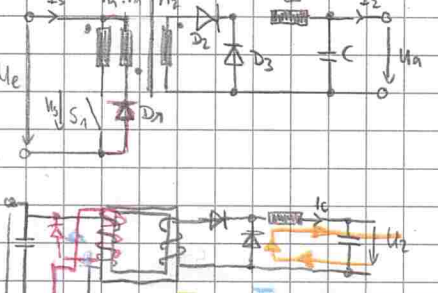


$U_a = \frac{t_{on}}{t_{aus}} U_e$ ;  $I_{amin} = (U_a - U_e) \frac{U_e^2}{U_a^2} \frac{I}{2L}$ ;  $L = (U_a - U_e) \cdot \frac{U_e^2}{U_a^2} \frac{T}{2 I_{amin}}$

## Speicherdrossel



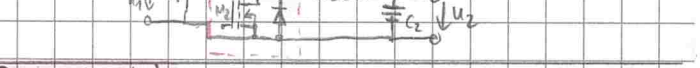
## Durchflusswandler:



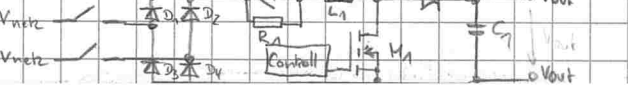
$U_a = \frac{t_{on} \cdot U_e}{t_{aus} + t_{on}} \cdot \frac{n_2}{n_1}$

$U_{s,max} = 2 U_e$

## Halbbrücke:

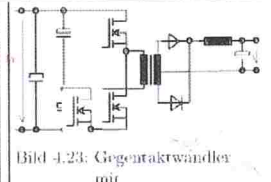
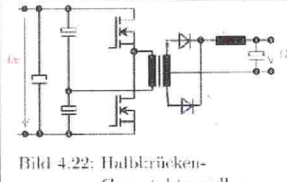
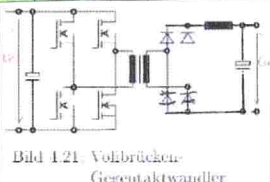
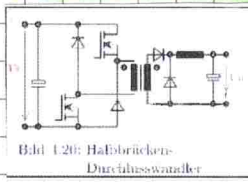


## SNT = Schaltnetzteil mit sinus

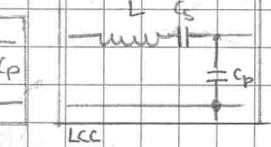
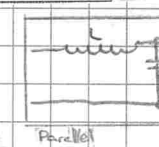
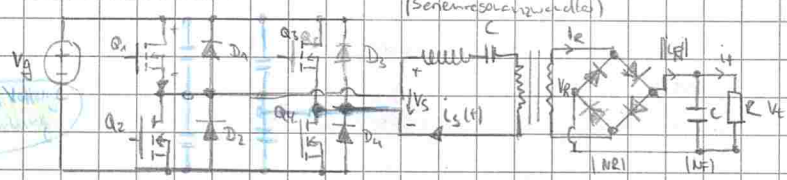


$R_n$  dient zur Strombegrenzung am Ausgang  
 ⊕ besserer Leistungsfaktor bis zu  $\lambda = 0,99$  bei  $U_{in} = P_f$

Halbrücken Durchflusswandler: galvanisch getrennt, regelbare  $U_{ds}$ ,  $U_{ds} = U_e$  Teil  $\in$  GST, kleine Tropfen ohne Luftsp., keine gute mag. Kupplung nötig, keine magnet. Überlappung nötig  
Halbrücken Gegenaktwandler: galvanisch getrennt, einige  $U_{ds}$ ,  $U_{ds} = U_e$  Freileiter o. Luftsp., keine gute mag. Kuppl. nötig, Symmetrierungsprobleme  
Vollbrücken Gegenaktwandler: galvanisch getrennt, viele  $U_{ds}$ ,  $U_{ds} = U_e$ , Tropfen o. Luftsp., keine gute mag. Kupplung nötig, Symmetrierungsprobleme  
Gegenaktwandler m. Parallelspeisung: galvanisch get., einige  $U_{ds}$ ,  $U_{ds} \approx 2U_e$ , - - - , sehr gute mag. Kupplung, - - -



Resonanzwandler



$$V_s(t) = \frac{4V_g}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin(n\omega t)$$

$$i_e(t) = I_e \cdot \sin(\omega t - \varphi_e)$$

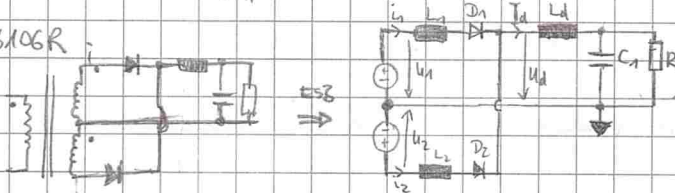
$$V_A(t) = \frac{4V}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin(\omega t n - \varphi_e)$$

$$V_{R1} = \frac{4V}{\pi} \sin(\omega t - \varphi_e) = V_{R1} \sin(\omega t - \varphi_e)$$

$$I = \frac{2}{\pi} \cdot I_{R1}$$

$R_e = \frac{8}{\pi^2} R = 0,8106R$

Mittelpunktschaltung ( $M_2$ )



$$U_{di} = \frac{2}{\pi} \sqrt{2} U_i = 0,9 U_i$$

$$i_2 = I_d - i_1 = I_d - \frac{\sqrt{2} U_i}{\omega L_c} (1 - \cos \omega t)$$

$$U_{di} = -u_2(t) = \sqrt{2} U_i \sin(\omega t) = 2L_c \frac{di_2}{dt}$$

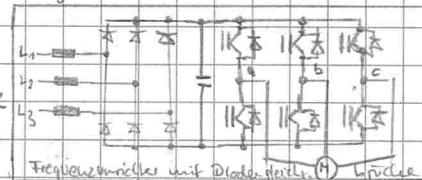
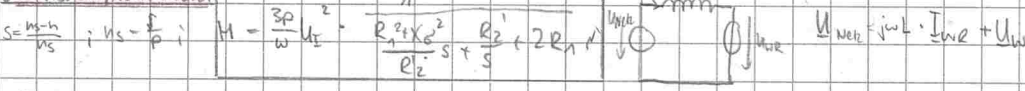
$$i_1 = \frac{\sqrt{2} U_i}{\omega L_c} (1 - \cos \omega t)$$

$$C_1 = \frac{\sqrt{2} U_i}{\omega L_c}$$

$$D_x = 2 \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} U_i \sin(\omega t) dt$$

Stationäre Spg. über Verh.  $M = \frac{V_1}{V_g} = R \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{R_e} \cdot \| A_s(b) \|$

Mehrfachasynchronmotor



Grundriss Frequenzrichter

Netz  $\leftrightarrow$  Gleichrichter  $\leftrightarrow$  Filter  $\leftrightarrow$  Wechselrichter  $\leftrightarrow$  Motor

Ereugung sinusförmiger Ströme

