

## 7.3.2.4 Brückenwandler - Transformator

Transformatoren für Brückenschaltungen können bei gleicher Baugröße gegenüber anderen Wandlerarten die größte Leistung übertragen. Sie stellen ein Optimum an Kernausnutzung und Wickelraumauslastung dar (siehe auch *Abb. 3.13* und *Abb. 3.15*).

Auch hier beginnt die Berechnung mit der Auswahl des Kerntyps. Grundkriterium ist wieder die max. Eingangsleistung.

$$P_{ges} = \frac{\sum P_{a1} + P_{a2} + \dots}{\eta} \quad [\text{W}] \quad P_{a1} = U_{a \max 1} \times I_{a \max 1} \quad [\text{W}]$$

$\eta$  = Wirkungsgradvorgabe (ca. 0,9)

Anhand der Tabellen kann nun der entsprechende Kerntyp in Abhängigkeit von der vorgegebenen Schaltfrequenz ausgesucht werden.

Die Abschätzung des Wirkungsgrades fällt hier sehr hoch aus. In den realisierten Anwendungen, gerade auch bei primär getakteten Netzgeräten für den Netzbetrieb aber eine häufig anzutreffende Größenordnung.

Der Rechengang über das  $AP$  - Produkt erlaubt auch den Vergleich mit anderen, nicht aufgeführten Kernformen. Die Faktoren in den Formeln basieren auf einer Temperaturerhöhung von  $\Delta T = 30 \text{ K}$  und einer max. Übertragertemperatur von  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Praxisgerechte Größen in Abhängigkeit von der Betriebsfrequenz für  $B_{\max}$  sind:  $B_{\max} = 0,4 \text{ T}$  bei  $f \leq 40 \text{ kHz}$ ,  $B_{\max} = 0,3 \text{ T}$  bei  $f \leq 100 \text{ kHz}$  und  $B_{\max} = 0,2 \text{ T}$  bei  $f \leq 100 \text{ kHz}$ .

$$AP1 = \left( \frac{11,1 \times P_{e \max}}{0,165 \times B_{\max} \times f} \right)^{1,31} \quad [\text{cm}^4]$$

$$AP2 = \left( \frac{P_{e \max} \times 10^4}{39,6 \times f} \right)^{1,58} \times \left( 4 \times 10^{-5} \times f + 4 \times 10^{-10} \times f^2 \right)^{0,66} \quad [\text{cm}^4]$$

Die Kernbestimmung erfolgt entsprechend dem größten  $AP$  - Produkt.

Konform zur Berechnung der Primärwindungszahl beim Eintakt durchflußwandler kann die Primärwindungszahl bestimmt werden. Dies ist zulässig, da in jedem Halbzyklus eines Zyklus der kritische Moment einer Kernsättigung nicht erreicht werden darf.

$$N_p = \frac{U_{e \min} \times v_{r \max}}{f \times B_{\max} \times A_{e \min}} \quad v_{r \max} \leq 0,50, \text{ besser } v_{r \max} = 0,45$$

Die max. zulässige Flußdichte  $B_{\max}$  ist hier für viele Fälle ausreichend genau mit  $B_{\max} = 0,2 \text{ T}$  bei  $f \leq 40 \text{ kHz}$ ,  $B_{\max} = 0,15 \text{ T}$  bei  $f \leq 70 \text{ kHz}$  und  $B_{\max} = 0,1 \text{ T}$  bei  $f \leq 100 \text{ kHz}$  zu wählen. Eine exaktere Bestimmung gelingt über die zulässige Kernverlustleistung  $P_{v \text{ kern}}$  bei einer gleichmäßigen Verteilung der Kupfer- und Kernverluste:

$$P_{v \text{ mat}} = \frac{\Delta l \times R_{th}}{1,6 \times \text{ges. Kerngewicht}} \quad [\text{W/g}]$$

*Abb. 7.13* zeigt entsprechende Diagramme für die Kernmaterialien N27 und N67 aus denen die optimale Induktion in Abhängigkeit der gewählten Frequenz und der zu erwartenden Übereremperatur ablesbar ist. Mit dem gefundenen Wert für  $B_{\max}$  kann  $N_p$  kalkuliert werden.

Die beiden Sekundärwicklungen tragen in dieser Schaltungsart sowohl in der ersten Zyklushälfte wie auch in der zweiten Hälfte zum Energietransport bei. Das resultierende Gesamtastverhältnis ist demnach:

$$v_{rges} = 2 \times v_{r \max}$$

Die Sekundärwindungszahl  $N_s$  für einen Wicklungsteil berechnet sich entsprechend:

$$N_{s1} = \frac{(U_a + U_r + U_R) \times N_p}{v_{rges} \times U_{e \min}}$$

Als Effektivstrom stellt sich in der Primärwicklung ein:

$$I_{eff} = \sqrt{\left( \frac{P_{ges}}{U_{e \min} \times v_{rges}} \right)^2 \times v_{rges}} \quad [\text{A}]$$

oder:

$$I_{eff} = \frac{\left( I_a \max + \frac{I_w}{2} \right)}{i} + \frac{U_{e \min} \times v_{rges}}{f \times N_p^2 \times Al} \quad [\text{A}]$$