

Auslegung MOS-FET-Endstufe

Nach Definition der Auslegungsgrößen $U_B=48V$ und $I_{max} = 30A$, wurden die folgenden Berechnungen zur Auslegung der Schaltung gemacht:

Vorgabewerte

$U_B = 48V$	Betriebsspannung
$I_{max} = 30A$	Maximaler Strom
$t_r = 2\mu s$	Anstiegszeit der Ansteuerung (aus Simulation)
$t_f = 1\mu s$	Abfallzeit der Ansteuerung (aus Simulation)
$\vartheta_{amb} = 60^\circ C$	Umgebungstemperatur
$R_{DSon} = 4,5m\Omega$	Drain-Source-Widerstand (aus Datenblatt)
$R_{thK} = 5,3 K/W$	Thermischer Widerstand des Kühlkörpers (aus Datenblatt)
$R_{thJC} = 5,3 K/W$	Thermischer Widerstand des Übergangs Sperrschicht - Gehäuse (aus Datenblatt)
$R_{thCS} = 5,3 K/W$	Thermischer Widerstand des Übergangs Gehäuse – Kühlkörper (aus Datenblatt)
$f_{PWM} = 200Hz$	Frequenz des PWM-Signals

Variablen

τ	Impulsdauer
ϑ_j	Sperrschichttemperatur
P_{ON}	Verlustleistung bei angesteuertem Transistor
P_{SWr}	Verlustleistung beim Einschalten
P_{SWf}	Verlustleistung beim Ausschalten
P_{ges}	Gesamtverlustleistung

Verlustleistung

Ermittlung der Verlustleistung bei maximaler Ansteuerung ($\tau = T$, Tastgrad = 100%)

$$P_{ON} = I_{max}^2 \cdot R_{DSon} \cdot \frac{\tau}{T} = 60^2 A^2 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} \frac{V}{A} \cdot 100\% = \underline{4,05 W} \quad (1)$$

Mit Hilfe der simulativ ermittelten Anstiegs- und Fallzeiten t_r und t_f und der Periodendauer der gewählten Schaltfrequenz ($T = 5ms$) können die Schaltverluste während der Dauer des Umschaltens berechnet werden.

$$P_{SWr} = \frac{1}{4} \cdot U_B \cdot I_{max} \cdot \frac{t_r}{T} = \frac{1}{4} \cdot 48V \cdot 30A \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} s}{5 \cdot 10^{-3} s} = 0.144W = \underline{144mW} \quad (2)$$

$$P_{SWf} = \frac{1}{4} \cdot U_B \cdot I_{max} \cdot \frac{t_f}{T} = \frac{1}{4} \cdot 48\text{V} \cdot 30\text{A} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}\text{s}}{5 \cdot 10^{-3}\text{s}} = 0.072\text{W} = \underline{72\text{mW}} \quad (3)$$

Damit beträgt die mögliche Gesamtverlustleistung:

$$P_{ges} = P_{ON} + P_{SWr} + P_{SWf} = 4,05\text{ W} + 0,144\text{ W} + 0,072\text{ W} = \underline{4,266\text{ W}} \quad (4)$$

Daraus folgt für eine maximale Umgebungstemperatur von $\vartheta_{amb} 60^\circ\text{C}$ folgende Sperrschichttemperatur ϑ_J

$$\begin{aligned} \vartheta_J &= \vartheta_{amb} + (R_{thK} + R_{thCS} + R_{thJC}) \cdot P_{ges} \\ \vartheta_J &= 60^\circ\text{C} + \left(5,3 \frac{\text{K}}{\text{W}} + 0,32 \frac{\text{K}}{\text{W}} + 0,24 \frac{\text{K}}{\text{W}}\right) \cdot 4,266\text{ W} \approx \underline{84,999^\circ\text{C}} \end{aligned} \quad (5)$$