

## Lösungen zu Kapitel 7:

### Aufgabe 7.1: Tiefsetzsteller

- a) Siehe Bild 7.4.
- Kondensator  $C_1$ : Bildet im Falle eines Solarmoduls am Eingang einen Zwischenspeicher für die Solarenergie.
  - Mosfet: Stellt einen schnellen, verschleißlosen steuerbaren Schalter dar
  - Spule  $L$ : Dient zur Verstärkung des Ausgangsstromes
  - Kondensator  $C_2$ : Dient zur Glättung der Ausgangsspannung
  - Diode  $D$ : Freilaufdiode, die den Strom weiterfließen lässt, wenn der Mosfet sperrt
- b) Bei einer hohen Taktfrequenz können kleine Induktivitäten und Kapazitäten verwendet werden, ohne dass es zum unerwünschten Lückbetrieb kommt.
- c) Hohe Taktfrequenzen bewirken stärkere Schaltverluste. Aus diesem Grund sollten geeignete schnelle, verlustarme Schalter (z.B. aus Siliziumcarbid) verwendet werden.

### Aufgabe 7.2: Einspeisevarianten

Siehe die Bilder 7.8 und 7.9.

### Aufgabe 7.3: Wechselrichtervarianten

- a) Siehe Abschnitt 7.2.2.
- b) Die Stromform ist fast exakt sinusförmig und erhöht daher die Qualität der Netzspannung.
- c) i) Bei Dünnschichtmodulen.  
ii) Bei speziellen c-Si-Modulen (z.B. Sunpower, Evergreen).  
iii) Im Fall aller Module, die nicht ausdrücklich für den Betrieb mit traflosen Wechselrichtern freigegeben sind.
- d) Er wird eingesetzt, wenn eine galvanische Trennung erreicht werden soll und man gleichzeitig die Nachteile eines Netztrafos (geringer Wirkungsgrad, hohes Gewicht, etc.) vermeiden will.
- e) i) Das Netz wird symmetrisch versorgt.  
ii) Der Augenblickswert der eingespeisten Leistung ist annähernd konstant, so dass nur kleine Speicherkondensatoren im Wechselrichter notwendig sind.  
iii) Zwei zusätzliche Schaltelemente (50 % mehr) bringen 200 % mehr Leistung

### Aufgabe 7.4: Wechselrichter-Dimensionierung

Daten aus Tabelle 6.1 und 7.2 sowie Bild 7.22:

#### Solarmodul:

$$\begin{aligned} U_L &= 39,5 \text{ V}, & U_N &= 31,2 \text{ V} \\ I_K &= 9,71 \text{ A}, & I_N &= 9,07 \text{ A} \\ P_N &= 280 \text{ Wp} & TK_U &= -0,3 \text{ \% / K} \end{aligned}$$

#### Wechselrichter:

$$\begin{aligned} U_{DC\_N} &= 350 \text{ V}, & U_{MPP} &= 333 \text{ bis } 500 \text{ V} \\ U_{WR\_Max} &= 700 \text{ V}, & I_{WR\_Max} &= 25 \text{ A} \\ P_{DC\_N} &= 8,25 \text{ kW}, & P_{AC\_N} &= 8 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{a) } U_{L_{(-10^{\circ}\text{C})}} \approx U_L \cdot [1 + TK_U \cdot (\vartheta - \vartheta_{STC})] = 39,5 \text{ V} \cdot [1 - 0,3 \text{ \%/K} \cdot (-10^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})] = \underline{43,6 \text{ V}}$$

$$n_{\text{Max}} = \frac{U_{\text{WR\_Max}}}{U_{L_{(-10^{\circ}\text{C})}}} = \frac{700 \text{ V}}{43,6 \text{ V}} = 16,1 = \underline{16 \text{ Module}}$$

$$\text{b) } U_{\text{MPP\_Modul}(70^{\circ}\text{C})} \approx U_{\text{MPP}} \cdot [1 + TK_U \cdot (\vartheta - \vartheta_{STC})] = 31,2 \text{ V} \cdot [1 - 0,3 \text{ \%/K} \cdot (70^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C})] = \underline{27,0 \text{ V}}$$

$$n_{\text{Min}} = \frac{U_{\text{MPP\_Min}}}{U_{\text{MPP\_Modul}(70^{\circ}\text{C})}} = \frac{333 \text{ V}}{27 \text{ V}} = 12,3 = \underline{12 \text{ Module}}$$

$$\text{c) } n_{\text{String\_Max}} = \frac{I_{\text{WR\_Max}}}{I_{\text{String\_Max}}} = \frac{I_{\text{WR\_Max}}}{1,25 \cdot I_{\text{MPP}}} = \frac{25 \text{ A}}{1,25 \cdot 9,07 \text{ A}} = 2,2 = \underline{2 \text{ Strings}}$$

Somit können minimal 1 x 12 Module und maximal 2 x 16 = 32 Module eingesetzt werden.

- d) Bei der Leistungsdimensionierung empfiehlt sich ein Auslegungsfaktor von maximal 1. Dies führt mit Gleichung (7.21) auf:

$$\Rightarrow P_{\text{STC}} \leq 1 \cdot P_{\text{AC\_N}} = 8 \text{ kW}$$

Die optimale Anlagenkonfiguration ergibt sich somit zu zwei Strings zu jeweils 14 Modulen, zur Not auch mit je 15 Modulen.