

## Anwendungsaufgaben - Transformator - Lösungen

$$1 \quad \frac{U_P}{U_S} = \frac{230 \text{ V}}{15 \text{ V}} = 15$$

1. Möglichkeit:  $n_P = 750$  und  $n_S = 50$

2. Möglichkeit:  $n_P = 1500$  und  $n_S = 100$

$$2 \quad \frac{U_S}{U_P} = \frac{n_S}{n_P} \Rightarrow n_S = \frac{U_S \cdot n_P}{U_P} = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 500}{230 \text{ V}} = 22 \cdot 10^3$$

Die Sekundärspule muss mindestens 22000 Windungen haben.

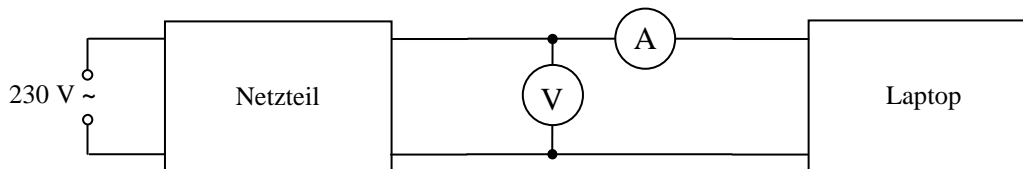
$$3 \quad \frac{I_S}{I_P} = \frac{n_P}{n_S} \Rightarrow I_S = \frac{n_P \cdot I_P}{n_S} = \frac{500 \cdot 4,5 \text{ A}}{5} = 4,5 \cdot 10^2 \text{ A}$$

Die Sekundärstromstärke beträgt  $4,5 \cdot 10^2 \text{ A}$ .

$$4 \quad P_S = U_S \cdot I_S \Rightarrow I_S = \frac{P_S}{U_S} = \frac{46 \text{ V} \cdot \text{A}}{12 \text{ V}} = 3,8 \text{ A}$$

$$\eta = \frac{P_S}{P_P} = \frac{46 \text{ W}}{52 \text{ W}} = 0,88 = 88 \%$$

5.1



$$5.2 \quad \eta = \frac{P_S}{P_P} = \frac{19 \text{ V} \cdot 1,20 \text{ A}}{29 \text{ W}} = \frac{23 \text{ W}}{29 \text{ W}} = 0,79$$

$$5.3 \quad E_{el} = P \cdot t = 29 \text{ W} \cdot 2,5 \text{ h} \cdot 365 = 26 \cdot 10^3 \text{ Wh} = 26 \text{ kWh}$$
$$26 \text{ kWh} \cdot 0,30 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 7,8 \text{ €}$$

$$6 \quad P_S = U_S \cdot I_S = 25 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} = 3,0 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_S}{P_P} \Rightarrow P_P = \frac{P_S}{\eta} = \frac{3,0 \text{ kW}}{0,92} = 3,3 \text{ kW}$$

$$I_P = \frac{P_P}{U_P} = \frac{3,3 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{A}}{230 \text{ V}} = 14 \text{ A}$$

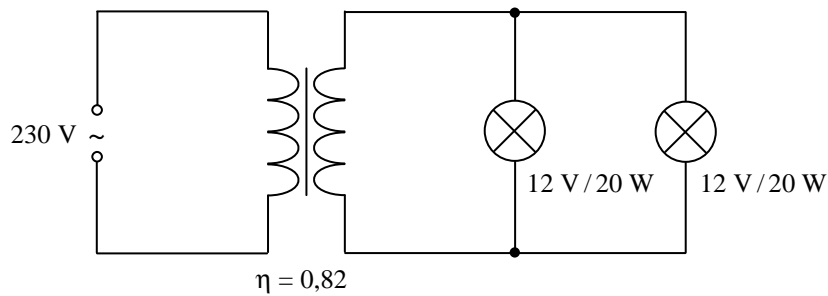
$$7.1 \quad I_P = \frac{P_P}{U_P} = \frac{38 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{A}}{6,2 \cdot 10^3 \text{ V}} = 6,1 \text{ kA}$$

$$7.2 \quad \eta = \frac{P_S}{P_P} \Rightarrow P_S = \eta \cdot P_P = 0,975 \cdot 38 \text{ MW} = 37 \text{ MW}$$

$$P_S = U_S \cdot I_S \Rightarrow I_S = \frac{P_S}{U_S} = \frac{37 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{A}}{380 \cdot 10^3 \text{ V}} = 97 \text{ A}$$

7.3 Durch Hochtransformieren der Spannung verringert sich die Stromstärke auf ein Sechzigstel. Dadurch werden die Leistungsverluste in der Fernleitung minimiert, da diese umso geringer sind, je kleiner die Stromstärke in der Fernleitung ist.

8.1

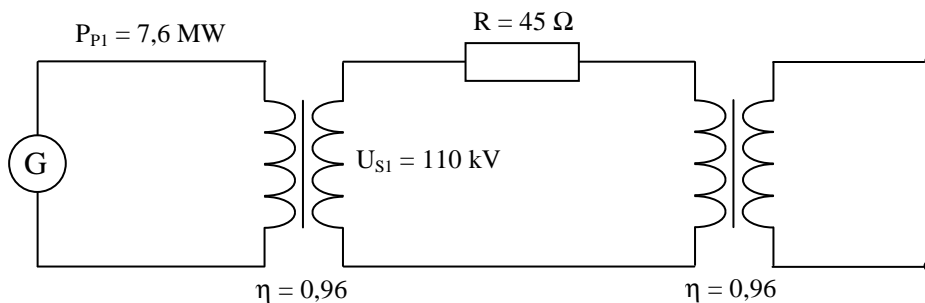


$$8.2 \quad P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{20 \text{ VA}}{12 \text{ V}} = 1,7 \text{ A}$$

$$I_S = 2 \cdot 1,7 \text{ A} = 3,4 \text{ A}$$

$$\eta = \frac{P_S}{P_P} \Rightarrow P_P = \frac{P_S}{\eta} = \frac{2 \cdot 20 \text{ W}}{0,82} = 49 \text{ W}$$

9.1



9.2 Sekundärleistung des ersten Transformators:

$$P_{S1} = P_{P1} \cdot 0,96 = 7,6 \text{ MW} \cdot 0,96 = 7,3 \text{ MW}$$

Stromstärke in der Fernleitung:

$$I_F = \frac{P_{S1}}{U_{S1}} = \frac{7,3 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{A}}{110 \cdot 10^3 \text{ V}} = 66 \text{ A}$$

Leistungsverlust in der Fernleitung:

$$P_V = R \cdot I_F^2 = 45 \frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot 66^2 \text{ A}^2 = 0,20 \cdot 10^6 \text{ W} = 0,20 \text{ MW}$$

Primärleistung des zweiten Transformators:

$$P_{P2} = P_{S1} - P_V = 7,3 \text{ MW} - 0,20 \text{ MW} = 7,1 \text{ MW}$$

Sekundärleistung des zweiten Transformators:

$$P_{S2} = P_{P1} \cdot 0,96 = 7,1 \text{ MW} \cdot 0,96 = 6,8 \text{ MW}$$

$$9.3 \quad \eta = \frac{P_{S2}}{P_{P1}} = \frac{6,8 \text{ MW}}{7,6 \text{ MW}} = 0,89$$

$$10.1 \quad A = \pi \cdot r^2 = 3,1 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 0,027 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{2 \cdot 12 \cdot 10^3 \text{ m}}{3,1 \cdot 10^2 \text{ mm}^2} = 2,1 \Omega$$

$$10.2 \quad I_F = \frac{P}{U} = \frac{250 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{A}}{20 \cdot 10^3 \text{ V}} = 13 \text{ A}$$

$$P_V = R \cdot I_F^2 = 2,1 \frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot 13^2 \text{ A}^2 = 0,35 \text{ kW}$$

$$\frac{0,35 \text{ kW}}{250 \text{ kW}} = 0,0014 = 0,14 \%$$

$$10.3 \quad I_F = \frac{P}{U} = \frac{250 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{A}}{1000 \text{ V}} = 2,5 \cdot 10^2 \text{ A}$$

$$P_V = R \cdot I_F^2 = 2,1 \frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot (2,5 \cdot 10^2)^2 \text{ A}^2 = 1,3 \cdot 10^2 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{250 \text{ kW} - 130 \text{ kW}}{250 \text{ kW}} = 0,48 = 48 \%$$

10.4 Je größer der Durchmesser der Leitung ist, umso geringer ist der Leistungsverlust.

$$11.1 \quad P_V = R \cdot I_F^2 \Rightarrow I_F = \sqrt{\frac{P_V}{R}} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 0,015 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{A}}{3,0 \text{ V}}} = 95 \text{ A}$$

$$11.2 \quad P = U \cdot I_F \Rightarrow U = \frac{P}{I_F} = \frac{1,8 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{A}}{95 \text{ A}} = 19 \cdot 10^3 \text{ V}$$

Eine Übertragungsspannung von 20 kv reicht aus.

12.1 Der Wechselstrom erzeugt um die Induktionsschleife ein magnetisches Wechselfeld. Dadurch ändert sich das Magnetfeld in der Spule ständig und es wird eine Spannung in ihr induziert (Prinzip eines Transformators). Es kommt zum Stromfluss und der Energiespeicher auf dem Dach wird aufgeladen.

12.2 - Aufladung der Akkus im Gehäuse einer elektrischen Zahnbürste

- Stromversorgung mobiler Geräte
- berührungslose Aufladung von Akkus in Elektrofahrzeugen
- Energieübertragung auf rotierende Wellen (Maschinenbau)

13 - Wenn der Unterbrecher den Primärstromkreis unterbricht, bricht das Magnetfeld der Primärspule sehr schnell zusammen.

- Durch die schnelle Änderung des Magnetfeldes wird in der Sekundärspule eine Spannung induziert.
- Wegen des großen Übersetzungsverhältnisses ( $n_S : n_P$ ) ist die Induktionsspannung so hoch, dass ein Zündfunke entsteht.