

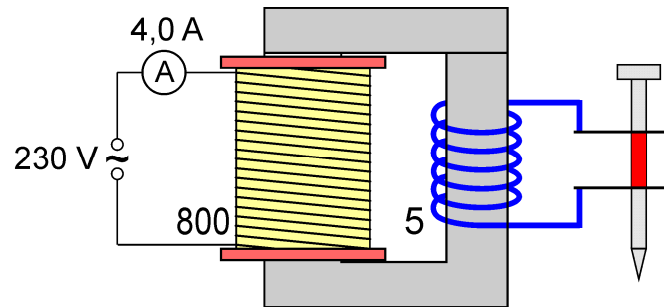
1. Lernzielkontrolle / Übungsaufgaben

Klasse 9

Der Transformator

- Der Transformator eines 230 V - Schweißgerätes hat einen Wirkungsgrad von 96%. Er liefert auf der Sekundärseite bei einer Spannung von 11 V einen Strom der Stärke 240 A.
Kann das Schweißgerät an einer mit 16 A abgesicherten Leitung betrieben werden?
- In einen Transformator (Wirkungsgrad 95%) werden auf der Primärseite 2,8 kW eingespeist. Die Sekundärspannung beträgt 24 V.
Welche Stromstärke steht in diesem Fall an der Sekundärseite zur Verfügung?

- Ein Transformator soll zum Schmelzen eines dünnen Eisennagels eingesetzt werden. Verwendet wird ein Hochstromtransformator mit einer Sekundärwicklung aus massivem, dickem Kupferdraht.
Die entsprechenden Daten können der nebenstehenden Zeichnung entnommen werden.



- Berechne die Stromstärke durch den Nagel unter der Annahme, dass der Trafo verlustfrei arbeitet.
 - Warum ist der Primärstrom kurz nach dem Einschalten höher als 4,0 A?
 - Warum schmilzt nur der Nagel und nicht auch die Spule?
 - Berechne die Sekundärstromstärke, wenn der Trafo 15% Leistungsverlust aufweist.
 - Der schlaue Max möchte die Primärspule an 460 V Gleichspannung anschließen damit der Nagel schneller schmilzt. Ist diese höhere Spannung der Primärseite gleichbedeutend mit einer proportional höheren Stromstärke der Sekundärseite?
- Elektrische Energie wird im Allgemeinen über große Entfernungen und ein weitverzweigtes Leitungsnetz vom Erzeuger (Kraftwerk / Elektrizitätswerk) zum Abnehmer (Haushalt) transportiert. Dafür werden u.a. auch Transformatoren eingesetzt.
 - Fertige eine prinzipielle Schaltskizze für eine Fernübertragung von elektrischer Energie an (2 Trafos).
 - Ein Kraftwerksgenerator gibt seine elektrische Energie über eine Hochspannungsleitung an einen Transformator ab. Die Sekundärleistung des Transformators liegt bei 6 MW, seine Primärspannung beträgt 24 kV. Die Hochspannungsleitung hat einen Gesamtwiderstand von 40Ω . Der Wirkungsgrad des Transformators soll mit 100% angenommen werden.
Berechne den Wirkungsgrad dieser Energieübertragung.

1. Lernzielkontrolle / Übungsaufgaben

Klasse 9

5. Ein abgelegener Ort in den Bergen ist über eine Hochspannungsleitung an ein kleines Wasserkraftwerk angeschlossen. Im Ort wird aktuell eine Leistung von 24 kW (Netzspannung 230 V) benötigt. An der Hochspannungsleitung vom Kraftwerk liegen 20 kV an, ihr Leitungswiderstand beträgt insgesamt $4,0 \Omega$. Der Transformator im Ort soll als verlustfrei angenommen werden.
- Zeichne eine Schaltskizze mit den gegebenen Werten.
 - Berechne die Stromstärke im Ort (Sekundärseite des Transformators) bei der angegebenen Leistung.
 - Berechne die Stromstärke in der Hochspannungsleitung (Primärseite des Transformators).
 - Berechne diejenige Leistung, die nur für die Energieübertragung in der Hochspannungsleitung benötigt wird (Energieverlust).
 - Um die abgegebene Leistung für den Ort zu erzeugen, müssen im Wasserkraftwerk aus 25 m Höhe pro Sekunde 150 Liter Wasser durch die Turbine fließen. Wie groß ist die Bewegungsenergie an der Turbine?
Bestimme den Wirkungsgrad des Wasserkraftwerks.
6. Fred der Bastler möchte drei Lämpchen in Parallelschaltung an einen Transformator anschließen. Zeichne einen Schaltplan für die unten angegebenen Werte. Berechne den Sekundärstrom, den Primärstrom und die elektrische Leistung, die dem Netz entnommen wird für folgende technische Daten:
Netzspannung: 230 V; Sekundärspannung 12 V; Trafo-Wirkungsgrad: 85% ;
Lämpchen 1: 12 V / 0,40 A ; Lämpchen 2: 12 V / 9,6 W ; Lämpchen 3: 12 V / 40 Ω .
7. Übertragung elektrischer Energie mit einer Fernleitung
- ohne Transformatoren**
Für einen Stromkreis vom Kraftwerk zum Verbraucher sind folgende Daten bekannt:
Elektrischer Widerstand des Verbrauchers $R_{\text{Verbr}} = 5,0 \Omega$,
Spannung beim Verbraucher $U = 230 \text{ V}$, Stromstärke im Stromkreis $I = 80 \text{ A}$,
Gesamter Leitungswiderstand $R_{\text{Leitung}} = 60 \Omega$
- Zeichne einen Schaltplan.
 - Berechne die Spannung, die das Kraftwerk bereitstellen muss.
 - Berechne die Leistung, die beim Verbraucher anfällt.
 - Berechne den Leistungsverlust am Leiterwiderstand.
 - Welche Schlussfolgerung kann aus den Ergebnissen von (2) und (3) gezogen werden?

1. Lernzielkontrolle / Übungsaufgaben

Klasse 9

b) mit Transformatoren

Das Kraftwerk gibt eine Leistung von 3 MW bei einer Primärspannung von 12 kV an den Kraftwerkstransformator ab, der die Spannung auf 220 kV hochtransformiert. Der zweite Transformator ist am Ende der Fernleitung beim Verbraucher aufgestellt. Beide Trafos sollen als verlustfrei angenommen werden.

Die weiteren (bekannten) Daten sind:

Elektrischer Widerstand des Verbrauchers $R_{\text{Verbr}} = 5,0 \Omega$,

Spannung beim Verbraucher $U_{\text{Verbr}} = 230 \text{ V}$,

Gesamter Leitungswiderstand $R_{\text{Leitung}} = 60 \Omega$

- (1) Zeichne einen Schaltplan mit zwei Transformatoren.
- (2) Berechne die Stromstärke in der Fernleitung.
- (3) Berechne den Leistungsverlust am Leiterwiderstand.

8. Das Walchenseekraftwerk

Zwischen Walchen- und Kochelsee wurde in den Jahren 1918 bis 1924 Deutschlands größtes Speicherkraftwerk gebaut. Wasser aus dem Walchensee kann durch sechs Röhren in den 200 m tiefer gelegenen Kochelsee strömen und dabei die potenzielle Energie des Walchenseewassers als mechanische Energie an Turbinen und Generatoren abgeben.

Die Gesamtleistung aller 8 Generatoren beträgt maximal 124 MW. Dann strömen pro Sekunde 84 m^3 Wasser durch die 8 Turbinen. Die effektive Fallhöhe des Wassers ist 185 m.

- a) Wie groß ist der Wirkungsgrad des Walchenseekraftwerks?
- b) Die Generatoren stellen eine Spannung von 6,6 kV zur Verfügung, die auf 110 kV hochtransformiert und ins Netz abgegeben wird.
Die Weiterleitung der elektrischen Energie von 124 MW erfolgt über eine etwa 60 km lange Fernleitung (Doppelleitung) nach München. Der Widerstand in jeder Leitung beträgt $6,0 \Omega$.

Berechne die Stromstärke in der Fernleitung.

Wie hoch ist der Leistungsverlust in der Leitung?

- c) Für die 60 km lange Fernleitung wurde Aluminium verwendet. Berechne den Durchmesser der Leitung.

$$\left(\rho = 0,027 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \right)$$

- d) Das Walchenseekraftwerk ist für eine elektrische Arbeit von durchschnittlich 300 Mio kWh pro Jahr ausgelegt (bei 124 MW).

Wie viele Stunden „arbeitet“ das Kraftwerk im Durchschnitt am Tag?
(365 Tage / Jahr)

Hinweis: Elektrische Arbeit: $W = P \cdot t$

Umrechnung: $1 \text{ kWh} = 3600 \text{ Ws} = 3\,600\,000 \text{ J}$

1. Lernzielkontrolle / Übungsaufgaben

Klasse 9

9. a) Von den Generatoren eines Kraftwerks wird die Leistung $P_1 = 6,5 \text{ MW}$ bei einer Spannung von $U_1 = 12,0 \text{ kV}$ an den Umspanntrafo abgegeben. Der Umspanntrafo transformiert die Primärspannung U_1 auf die Sekundärspannung $U_2 = 110 \text{ kV}$ hoch. Dabei soll angenommen werden, dass der Transformator verlustfrei arbeitet. Der Leitungswiderstand in der Fernleitung beträgt insgesamt $9,5 \Omega$.
Wie groß ist die in der Fernleitung in Wärme umgesetzte elektrische Leistung?
- b) Eine bereits bestehende Fernleitung soll zukünftig die doppelte elektrische Leistung übertragen. Hierbei soll die Hochspannung - wie bisher - gleich bleiben.
Wie ändert sich in diesem Fall der Leistungsverlust (Wärmeabgabe an die Umgebung) in der Fernleitung? Begründen Sie durch allgemeine Überlegungen.