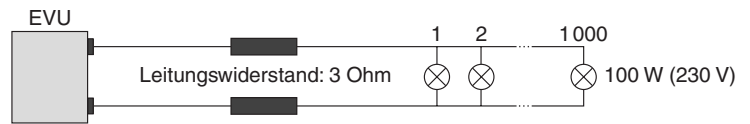


Das Problem

Die Orte, an denen elektrische Energie benötigt wird, sind oft andere als die, an denen die Energieversorgungsunternehmen (EVU) ihre Energie _____.

Aus diesem Grund müssen große _____ zu den Städten übertragen werden. Die Spannung in den Haushalten beträgt _____ V. Würden beispielsweise 1000 Haushalte jeweils nur eine Glüh-



lampe von 100 W in Betrieb nehmen, so müsste bei einer Gesamtleistung von _____ kW durch die Transportleitung ein Strom von $I = \frac{P}{U} =$ _____ A fließen. Nimmt man für die Transportleitung einen geringen Leitungswiderstand von _____ Ohm an, so wird an ihr eine Leistung in Höhe von $P = R \cdot I^2 =$ _____ kW in Form von Wärmeenergie umgesetzt. Das EVU müsste diese Leistung zusätzlich liefern – das sind insgesamt _____ kW. In diesem Fall würde die Verlustleistung _____ % der übertragenen Gesamtleistung ausmachen!

Die Lösung

An der Formel $P = R \cdot I^2$ erkennt man, dass die Verlustleistung vom Leitungswiderstand und von der _____ abhängt, die durch die Leitung fließt. Eine _____ der Stromstärke hat eine _____ der Verlustleistung zur Folge.

Die Lösung muss also sein, die gewünschte Leistung von 100 kW mit einer möglichst geringen Stromstärke zu erzeugen. Durch einen Transformator transformiert man die Spannung von 230 V auf 20000 Volt = 20 kV.

Bei der gewünschten Leistung von 100 kW fließt durch die Leitung eine Stromstärke von gerade einmal

$I = \frac{P}{U} =$ _____ A – dies entspricht einer Verlustleistung von $P = R \cdot I^2 =$ _____ W. Das

entspricht _____ %. Für die Haushalte wird die Hochspannung von 20 kV mithilfe eines Transformators wieder auf 230 V heruntertransformiert.

Merke:

Hohe _____ überträgt man mit _____

Spannungen. Dies führt wegen der _____ Stromstärken zu _____

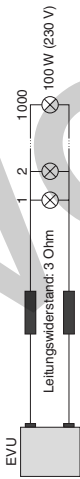
elektrischen Verlusten.



Das Problem

Orte, an denen elektrische Energie benötigt wird, sind oft andere als die, an denen die Energieerzeugung unternehmen (EVU) ihre Energie erzeugen.

zu diesem Grund müssen große Energiemengen zu den Städten übertragen werden. Die Spannung in den Haushalten beträgt 230 V. Würden beispielsweise 1000 Haushalte jeweils nur eine Glühlampe von 100 W in Betrieb nehmen, so müsste bei einer Gesamtleistung von 100 kW durch die Transportleitung ein Strom von I = P/U = 435 A fließen.



Nimmt man für die Transportleitung einen geringen Leitungswiderstand von 3 Ohm an, so wird an ihr eine Leistung in Höhe von P = R · I² = 568 kW in Form von Wärmeenergie umgesetzt. Das EVU müsste diese Leistung zusätzlich liefern – das sind insgesamt 668 kW. In diesem Fall würde die Verlustleistung 85 % der übertragenen Gesamtleistung ausmachen!

Die Lösung

An der Formel P = R · I² erkennt man, dass die Verlustleistung vom Leitungswiderstand und von der Stromstärke abhängt, die durch die Leitung fließt. Eine Verdopplung der Stromstärke hat eine Vervierfachung der Verlustleistung zur Folge. Lösung muss also sein, die gewünschte Leistung von 435 A mit einer möglichst geringen Stromstärke zu erzeugen. Durch einen Transformator transformiert man die Spannung von 230 V auf 20 kV.

Der gewünschten Leistung von 100 kW fließt durch die Leitung eine Stromstärke von gerade einmal I = P/U = 5 A – dies entspricht einer Verlustleistung von P = R · I² = 75 W. Das entspricht 0,07 %. Für die Haushalte wird die Hochspannung von 20 kV mithilfe eines Transformators wieder auf 230 V heruntertransformiert.

Merke:

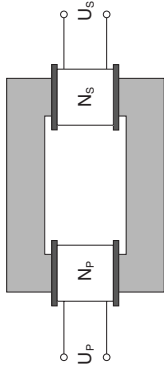
Die Energiemengen (Leistungen) überträgt man mit hohen Spannungen. Dies führt wegen der geringeren Stromstärken zu geringeren Verlusten.

Der Transformator

Energieübertragung

Aufgabe 1

Ein Transformator besteht aus 2 Spulen und einem geschlossenen Eisenkern. Wird an der Primärseite die Wechselspannung U_P angelegt, so entsteht ein magnetisches Feld. Durch die Magnetfeldänderungen wird auf der Sekundärseite eine Sekundärspannung U_S induziert. Die Spannung wird also durch elektromagnetische Induktion übertragen.



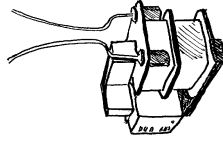
Je größer die Primärspannung U_P, umso größer die Sekundärspannung U_S. Je größer die Sekundärwindungszahl N_S, umso größer die Sekundärspannung U_S. Je größer die Primärwindungszahl N_P, umso kleiner die Sekundärspannung U_S. Vergleicht man das Verhältnis der Windungszahlen der beiden Spulen mit dem Verhältnis der beiden Spannungen, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Table with formulas: U_S/U_P = N_S/N_P, U_P/U_S = N_P/N_S, U_S = (N_S/N_P) * U_P, U_P = (N_P/N_S) * U_S

Aufgabe 2

Ein Transformator wird primärseitig an 230 V angeschlossen. Primärseitig hat er 500 Windungen. Sekundärseitig hat er 23000 Windungen.

Berechne die Sekundärspannung. U_S = (N_S/N_P) * U_P = 10580 V = 10,58 kV



Was ist nach dem Einschalten des Transformators zu beobachten?

An den Hörnern springt an der engsten Stelle ein Funke über, der dann nach oben aufsteigt, bis er schließlich abreißt und der Vorgang erneut beginnt.

Erkläre deine in b) beschriebene Beobachtung.

Weil die Luft ionisiert wird, springt der Funke über. Er springt an der engsten Stelle über, da dort der Widerstand am geringsten ist.

Berechne die Leistung primärseitig mit I_P = 3 A.

P_P = U_P · I_P = 230 · 3 = 690 W

Beim idealen Transformator gilt P_S = P_P. Vergleicht man das Verhältnis der Windungszahlen mit dem Verhältnis der Stromstärken, so kommt man zu einer Verhältnisgleichung. Notiere diese.

U_S · I_S = U_P · I_P => U_S/I_S = U_P/I_P => N_S/N_P = I_P/I_S