

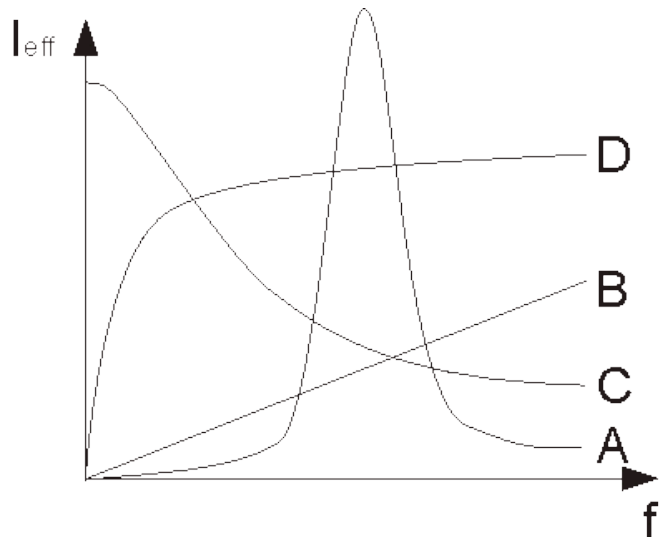
14. Kurzkontrolle Physik Leistungskurs Klasse 11
2.6.2008

Im Folgenden sollen vier verschiedene Black Boxes A, B, C und D untersucht werden. Diese sind in Gehäuse mit zwei elektrischen Anschlüssen, von denen bekannt ist, dass sie Spulen, Widerstände, Kondensatoren oder eine Reihenschaltung solcher Bauteile enthalten. Um nähere Informationen zu erhalten, schließt man die Black Boxes einzeln an einen Sinusgenerator mit $U_{\text{eff}} = 10,0 \text{ V}$ an und misst jeweils die Stromstärken I_{eff} in Abhängigkeit von der Frequenz f . Die Abbildung zeigt den Verlauf der so ermittelten I_{eff} - f -Diagramme.

a) Geben Sie zu jeder Kurve A bis D die Bauteile an, die in der entsprechenden Black Box enthalten sein können. Begründen Sie Ihre Wahl. (8)

Bei Kurve D strebt die Effektivstromstärke für zunehmende Frequenzen gegen den Maximalwert $I_{\text{eff,max}} = 125 \text{ mA}$. Für $f = 50,0 \text{ Hz}$ ist $I_{\text{eff}} = 100 \text{ mA}$.

b) Berechnen Sie daraus die charakteristischen Werte der in der Black Box D enthaltenen Bauteile. (4)



Lösungen:

a)

Kurve A: Das ist eine Resonanzkurve. Die Stromstärke steigt von einem Minimalwert auf einen Maximalwert an um dann wieder abzufallen. Nur bei einer Frequenz fließt großer Strom, bei kleineren und größeren Frequenzen treten deutlich kleinere Ströme auf.

Ein solches Verhalten zeigt ein Schwingkreis, hier ein Serienschwingkreis. In dieser Black Box befindet sich eine Reihenschaltung aus Spule und Kondensator.

Kurve B: Bei diesem Versuch sind die Stromstärke und die Frequenz proportional zueinander. Bei der Frequenz 0, also Gleichstrom, fließt kein Strom, mit steigender Frequenz wird er größer. Das gesuchte Bauteil ist ein Kondensator.

Die Proportionalität ergibt sich aus:

$$I = \frac{U}{X_C} = \omega \cdot C \cdot U = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot U$$

$$I \sim f$$

Kurve C:

Die Stromstärke wird mit größer werdender Frequenz kleiner. Bei Gleichstrom fließt ein bestimmter Strom. Das heißt, ein Widerstand begrenzt bei Gleichstrom den fließenden Strom. Bei steigender Frequenz wird der Widerstand größer. In der Box ist eine Spule, die in Reihe mit einem Widerstand geschaltet ist.

Kurve D:

Mit steigender Frequenz wird die Stromstärke größer und strebt einem Maximalwert zu. Damit muss sich in der Black Box ein Kondensator in Reihe mit einem ohmschen Widerstand befinden.

geg.:	$U_{\text{eff}} = 10,0 \text{ V}$ $I_{\text{eff,max}} = 0,125 \text{ A}$ $f = 50,0 \text{ Hz}$ $I_{\text{eff}} = 0,1 \text{ A}$	ges.:	R, C
Lösung:	<p>Bei sehr großen Frequenzen geht der Widerstand des Kondensators gegen Null. Damit spielt nur noch der ohmsche Widerstand eine Rolle.</p> $R = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff,max}}}$ $R = \frac{10,0 \text{ V}}{0,125 \text{ A}}$ $R = 80,0 \Omega$ <p>Bei einer Frequenz von 50,0 Hz begrenzen der Kondensator und der ohmsche Widerstand zusammen den Strom. Sie bilden für den Wechselstrom einen Scheinwiderstand.</p> $Z = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$ $Z = \frac{10,0 \text{ V}}{0,1 \text{ A}}$ $Z = 100 \Omega$ <p>Damit lässt sich die gesuchte Kapazität berechnen:</p> $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega \cdot C)^2}}$ $C = \frac{1}{\omega \cdot \sqrt{Z^2 - R^2}}$ $C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50,0 \text{ Hz} \cdot \sqrt{100^2 \Omega^2 - 80,0^2 \Omega^2}}$ $C = 53,1 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ $C = 53,1 \mu\text{F}$		
Antwort:	Der ohmsche Widerstand ist 80 Ohm groß. Der Kondensator hat eine Kapazität von 53,1 μF .		