

Reihen- und Parallelschaltung

von Widerständen, Spulen und Kondensatoren

Fragen TD101 bis TD145



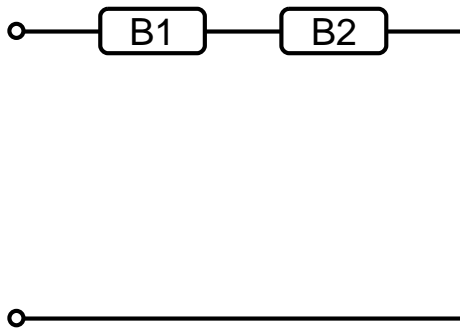
Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.
Bundesverband für Amateurfunk in Deutschland

Henrik Meierkord – DL3YHM
Michael Funke – DL4EAX

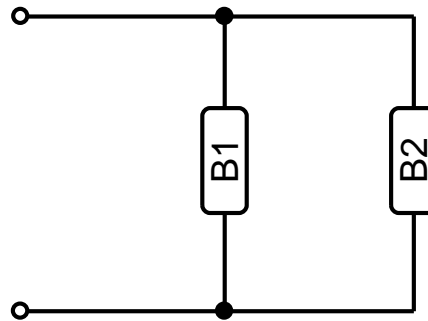


Wie sehen Reihen- und Parallelschaltungen aus ?

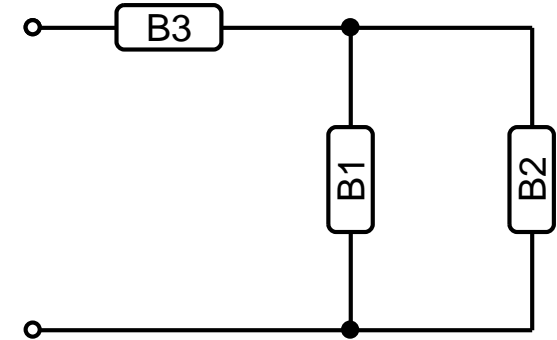
Reihenschaltung



Parallelschaltung



Kombinierte Schaltungen

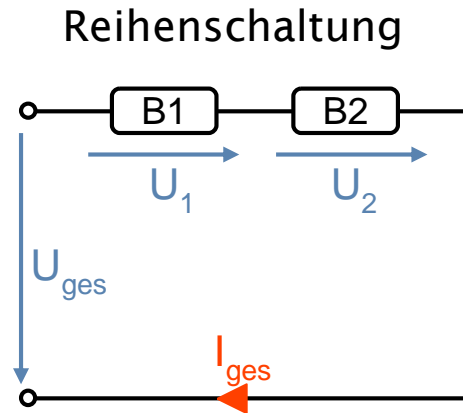


In den seltensten Fällen wird man eine reine Reihen- oder Parallelschaltung finden.

Es wird in der Regel immer eine Kombination aus beiden Schaltungsarten geben.

(Das ‚B‘ in den Bauteilbezeichnungen steht als Stellvertreter von R, L oder C, da es zuerst unerheblich ist um welches Bauteil es sich handelt !)

Wie verhalten sich Strom und Spannung ?



Bei der Reihenschaltung gibt es nur einen Strom I_{ges} , da es nur einen Stromzweig gibt.

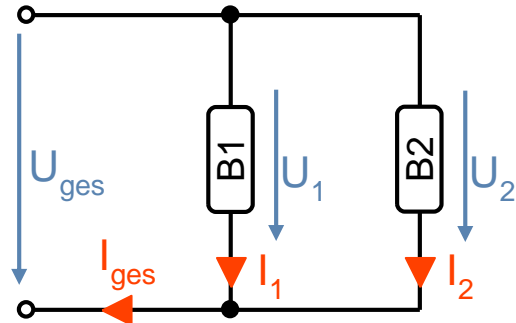
Die Gesamtspannung U_{ges} teilt sich über den Bauteilen B1 und B2 auf.

Hier gilt:

$$U_{ges} = U_1 + U_2$$

Wie verhalten sich Strom und Spannung ?

Parallelschaltung



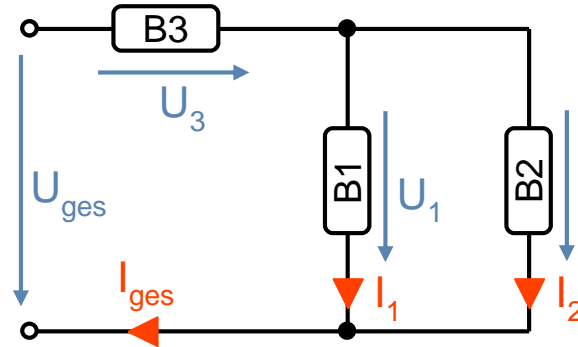
Bei der Parallelschaltung gibt es mehrere Ströme I_{ges} , I_1 , I_2 die sich in den Stromzweigen an den Knotenpunkten aufteilen, oder addieren. Die Spannung an den Bauteilen ist hier immer dieselbe.

Hier gilt:

$$U_{ges} = U_1 = U_2$$
$$I_{ges} = I_1 + I_2$$

Wie verhalten sich Strom und Spannung ?

Kombinierte Schaltungen

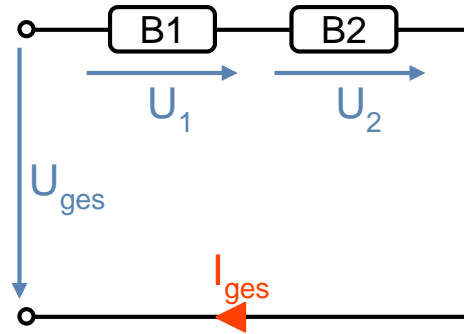


Bei der Kombination aus Reihen und Parallelschaltung existieren mehrere Ströme, sowie mehrere Spannungen.

Hier gilt:

$$U_{ges} = U_3 + U_{12} \quad (U_1 = U_2 = U_{12}, \text{ da die Bauteile parallel geschaltet sind})$$
$$I_{ges} = I_1 + I_2$$

Spannungsteilung an zwei Bauteilen

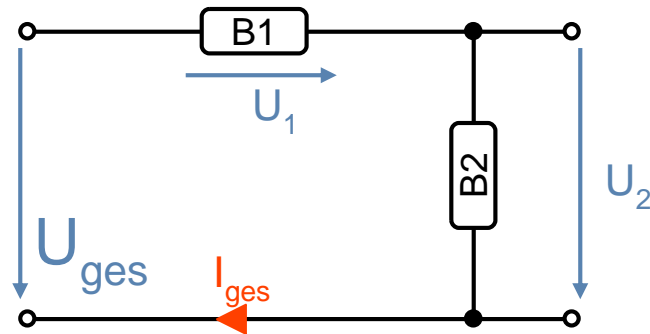


Bei der Reihenschaltung von zwei Bauteilen verhält sich die Spannung über den Bauteilen proportional zu den Widerstandswerten der Bauteile.

$$\frac{U_1}{B1} = \frac{U_2}{B2}$$

Die Reihenschaltung wird sehr häufig verwendet um Spannungen zu teilen.

Einfache Spannungsteilerschaltung



Häufig ist eine Eingangsspannung U_{ges} gegeben die auf eine bestimmte Ausgangsspannung U_2 heruntergeteilt werden soll. In diesem Fall muss erst der Gesamtwiderstand der Schaltung bestimmt werden. Dies geschieht hier durch Addition der einzelnen Widerstandswerte von B1 und B2.

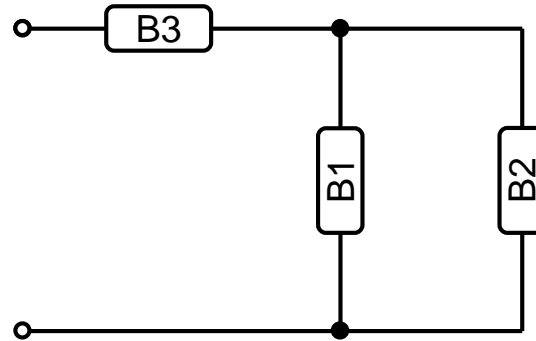
$$\frac{U_{ges}}{B1 + B2} = \frac{U_2}{B2}$$

Durch Umstellen der Gleichung erhält man:

$$U_{ges} \cdot \frac{B2}{B1 + B2} = U_2$$

Wie wird der Gesamtwiderstand einer Schaltung berechnet ?

Kombinierte Schaltungen



Bei kombinierten Schaltungen gilt „**zuerst Auflösen der Parallelschaltung**“.
D.h. zuerst immer den Gesamtwiderstand der Parallelschaltung berechnen bis es nur noch eine Reihenschaltung ist!

Wie die das bei R, L oder Cs gemacht wird, wird im Folgenden gezeigt.

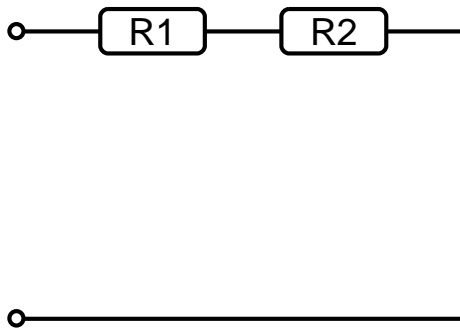
Widerstände



Bildquelle: Michael Funke - DL4EAX

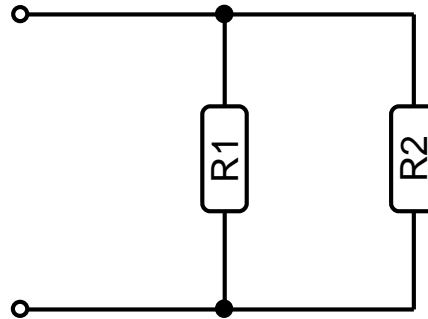
Berechnung des Gesamtwiderstandes

Reihenschaltung



$$R_{ges} = R1 + R2$$

Parallelschaltung

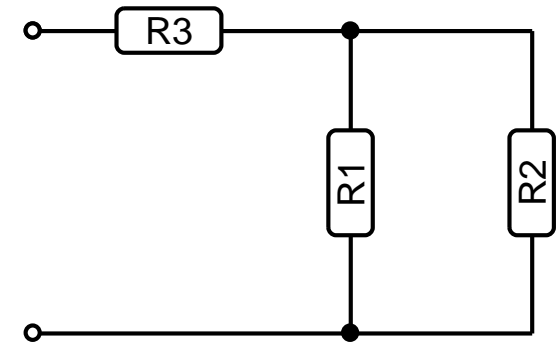


$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$$

bei nur 2 Widerständen: $R_{ges} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$

Addition der Leitwerte: $G_{ges} = G1 + G2$

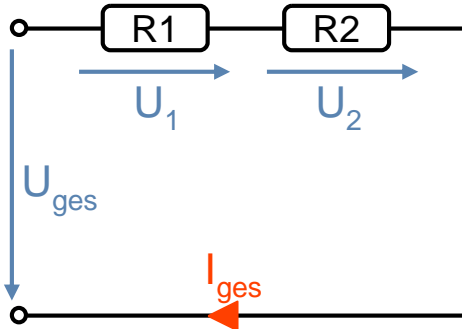
Kombinierte Schaltungen



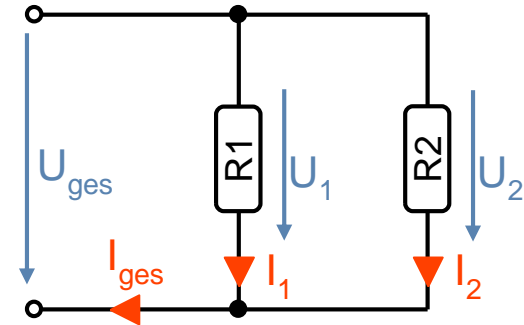
$$R_{ges} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} + R3$$

Belastung der einzelnen Widerstände

Reihenschaltung



Parallelschaltung



Welche Leistungen müssen die Widerstände aushalten wenn sie in einer Parallel- oder in einer Reihenschaltung sind? Für beide Schaltungen gilt:

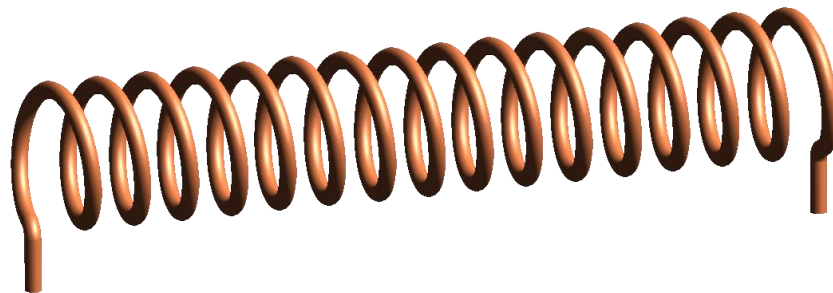
$$P_{ges} = U_{ges} \cdot I_{ges} = \frac{U_{ges}^2}{R_{ges}} = I_{ges}^2 \cdot R_{ges}$$

Für den Fall $R_1 = R_2$:

Da sich die Spannung halbiert, der Strom aber gleich bleibt nimmt jeder Widerstand die Hälfte der Gesamtleistung auf

Da sich der Strom halbiert, die Spannung aber gleich bleibt nimmt jeder Widerstand die Hälfte der Gesamtleistung auf

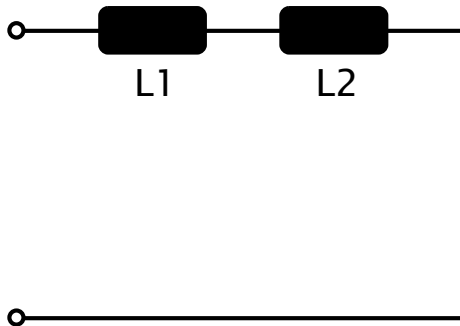
Induktivitäten



Bildquelle: Zureks - Eigenes Werk, Gemeinfrei
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17624128>

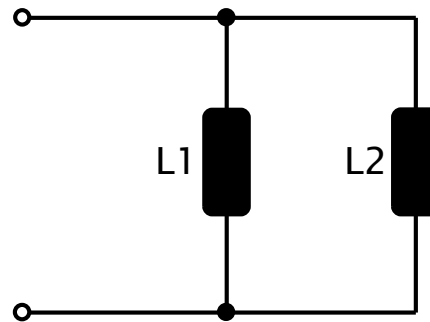
Berechnung der Gesamtinduktivität

Reihenschaltung



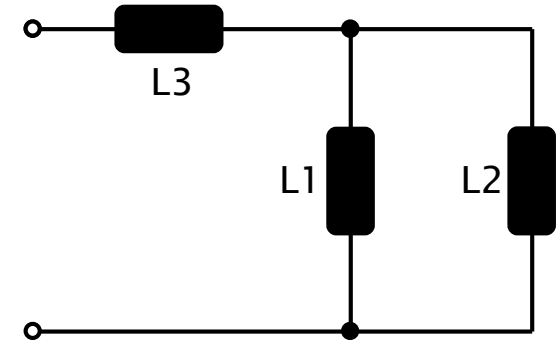
$$L_{ges} = L1 + L2$$

Parallelschaltung



$$\frac{1}{L_{ges}} = \frac{1}{L1} + \frac{1}{L2}$$

Kombinierte Schaltungen



$$L_{ges} = \frac{L1 \cdot L2}{L1 + L2} + L3$$

bei nur 2 Spulen: $L_{ges} = \frac{L1 \cdot L2}{L1 + L2}$

Addition der Leitwerte: $B_{ges} = B1 + B2$

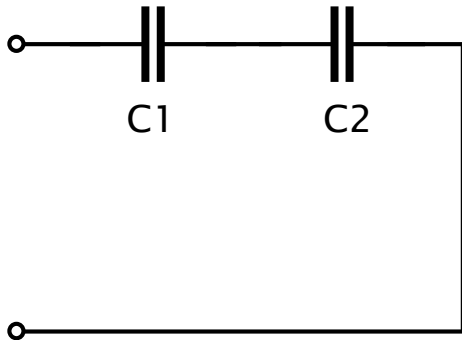
Kondensatoren



Bildquelle: Von Fabian ~ (Fabian R at de.wikipedia) - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15684889>

Berechnung der Gesamtkapazität

Reihenschaltung

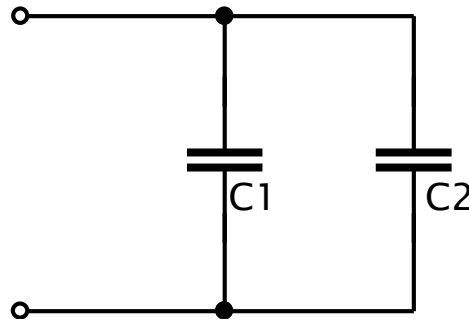


$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2}$$

$$C_{ges} = \frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2} \quad \text{:bei nur 2 Kondensatoren}$$

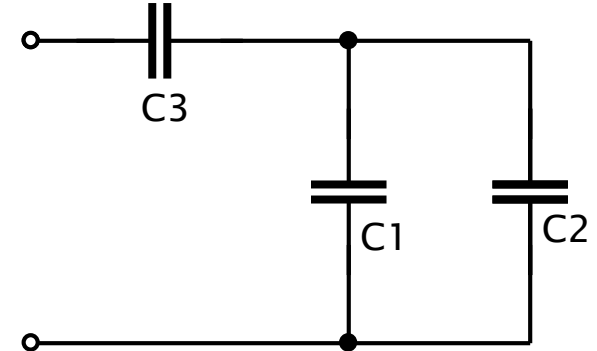
$$B_{ges} = B1 + B2 \quad \text{:Addition der Leitwerte}$$

Parallelschaltung



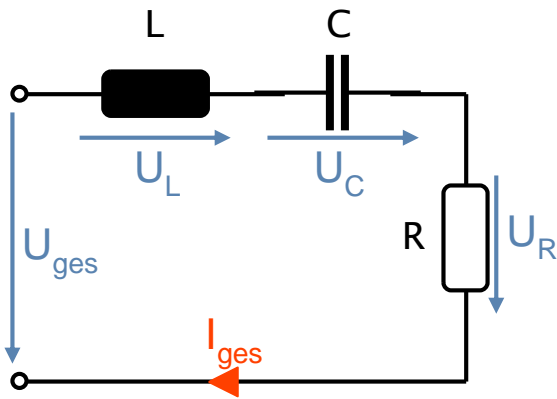
$$C_{ges} = C1 + C2$$

Kombinierte Schaltungen



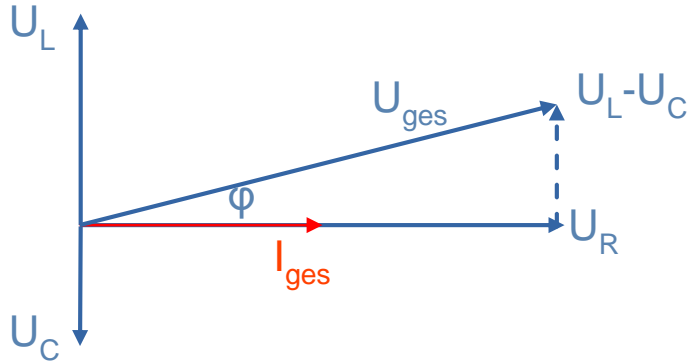
$$C_{ges} = \frac{C3 \cdot (C1 + C2)}{C3 + (C1 + C2)}$$

Gesamtwiderstand bei Kombinationen von R, L und C

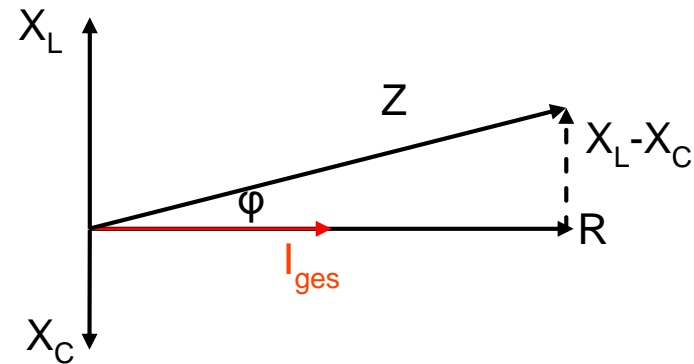


Wie kann hier die Gesamtimpedanz berechnet werden?
Lösung: geometrisch mit Hilfe von „Zeigern“.

Der Strom I_{ges} ist hier für alle Bauteile derselbe und dient deswegen als Referenz!
Gegenüber I_{ges} ist U_L um 90° **voreilend**. U_C ist gegenüber I_{ges} um 90° **nacheilend** ! U_R ist gegenüber I_{ges} **in Phase** !



$$U_{ges} = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$



$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

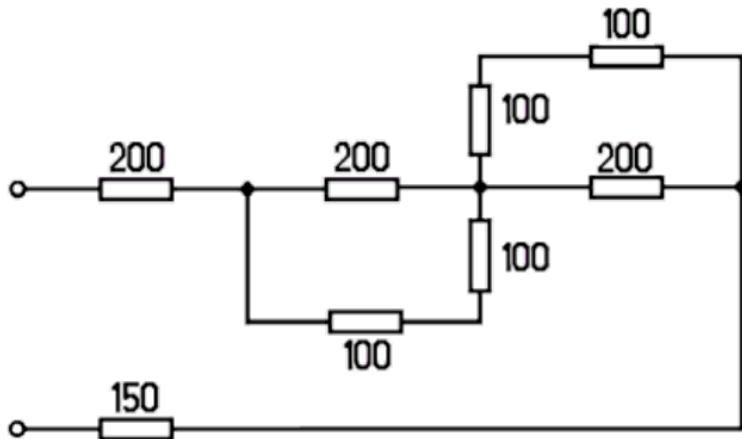


Tipps & Tricks

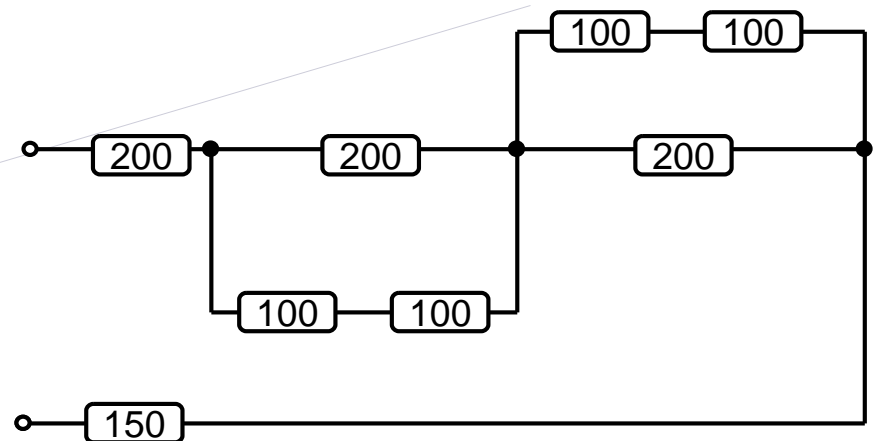
Tipps & Tricks 1

Bei kompliziert aussehenden Schaltungen, kann es hilfreich sein diese sich neu zu zeichnen um Parallel- und Serienschaltungen besser zu erkennen !

Vorher:



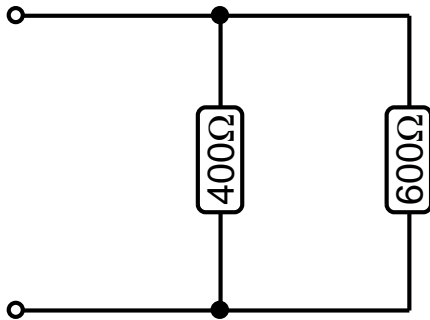
Nachher:



Tipps & Tricks 2

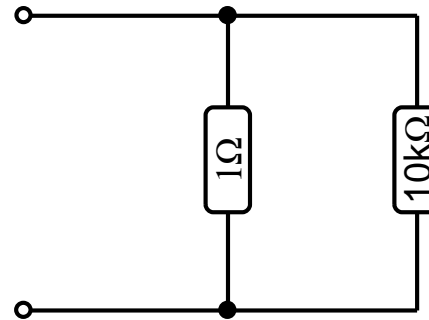
Bei Parallelschaltungen ist der Gesamtwiderstand stets kleiner als der kleinste Einzelwiderstand.

Beispiel 1:



$$R_{ges} = \frac{400\Omega \cdot 600\Omega}{400\Omega + 600\Omega} = 240\Omega$$

Beispiel 2:



$$R_{ges} = \frac{1\Omega \cdot 10k\Omega}{1\Omega + 10k\Omega} = 0,9999\Omega$$

Initiales Autorenteam:

Henrik Meierkord - DL3YHM

Michael Funke - DL4EAX

Willi Kiesow - DG2EAF



Änderungen durch:

Sie dürfen:

Teilen: Das Material in jedwedem Format oder Medium vervielfältigen und weiterverbreiten.

Bearbeiten: Das Material verändern und darauf aufbauen.

Unter folgenden Bedingungen:

Namensnennung: Sie müssen angemessene Urheber- und Rechteangaben machen, einen Link zur Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Diese Angaben dürfen in jeder angemessenen Art und Weise gemacht werden, allerdings nicht so, dass der Eindruck entsteht, der Lizenzgeber unterstütze gerade Sie oder Ihre Nutzung besonders.

Nicht kommerziell: Sie dürfen das Material nicht für kommerzielle Zwecke nutzen.

Weitergabe unter gleichen Bedingungen: Wenn Sie das Material verändern oder anderweitig direkt darauf aufbauen, dürfen Sie Ihre Beiträge nur unter derselben Lizenz wie das Original verbreiten.

Der Lizenzgeber kann diese Freiheiten nicht widerrufen solange Sie sich an die Lizenzbedingungen halten.

Details: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>