

Grafische und numerische Ermittlung der Parameter eines L/C-Schwingkreises

Übersichtsdiagramm

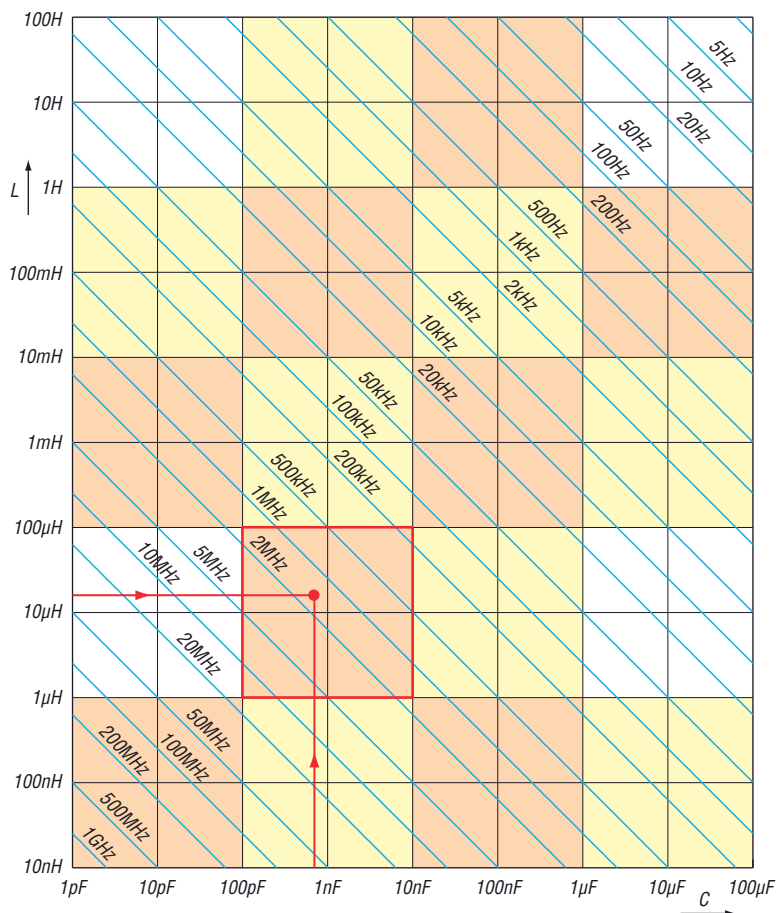


Bild 1: Übersichtsdiagramm zur groben Orientierung bzw. der Festlegung der Größenordnungen für das Detaildiagramm in Bild 2 mit der Kennzeichnung des umseitigen Beispiels 1

Beschreibung

Die auch als „HF-Tapete“ bekannten Diagramme ermöglichen die grafische Bestimmung der Elemente eines L/C-Schwingkreises mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit. Dazu gibt es zwei Teile. Das auf dieser Seite dargestellte Übersichtsdiagramm (Bild 1) dient der groben Orientierung bzw. der Festlegung der Größenordnungen, das auf der nächsten Seite dargestellte Detaildiagramm (Bild 2) der Ermittlung der genauen Zahlenwerte. Dabei kehrt Letzteres als weiß, gelb oder orange hinterlegtes Quadrat im Übersichtsdiagramm wieder. Das Detaildiagramm lässt sich sinngemäß erweitern, wenn man extreme Werte verarbeiten will.

Im Bereich der weißen Quadrate stimmen die Zahlenwerte der beiden Diagramme überein, eine Kommaverschiebung erübrigt sich. Im Bereich der gelben bzw. orangen Quadrate sind die Zahlenwerte der C-, L- und f-Angaben im Detaildiagramm durch Verändern der Kommastelle(n) mit denen des infrage kommenden Quadrats im Übersichtsdiagramm in Übereinstimmung zu bringen.

Anmerkung: Es empfiehlt sich, bei der Übertragung der Daten vom Übersichtsdiagramm zum Detaildiagramm das jeweilige Hilfsquadrat, wie in den umseitigen Beispielen gezeigt, zu notieren.

Numerische Ermittlung der Schwingkreisparameter

Grundlage der Berechnungen von Schwingkreisen ist die Thomsonsche Schwingungsgleichung

$$f = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L \cdot C}}$$

Sie ermöglicht (umgestellt und angepasst) die einfache Berechnung eines der drei Werte des Schwingkreises, wenn die beiden anderen bekannt/vorgegeben sind.

Gegeben: Induktivität L , Kapazität C
Gesucht: Resonanzfrequenz f

$$f/\text{kHz} = \frac{5030}{\sqrt{L/\text{mH} \cdot C/\text{pF}}}$$

$$f/\text{kHz} = \frac{159200}{\sqrt{L/\mu\text{H} \cdot C/\text{pF}}}$$

$$f/\text{MHz} = \frac{5,03}{\sqrt{L/\text{mH} \cdot C/\text{pF}}}$$

$$f/\text{MHz} = \frac{159,2}{\sqrt{L/\mu\text{H} \cdot C/\text{pF}}}$$

Gegeben: Resonanzfrequenz f ,
Induktivität L
Gesucht: Kapazität C

$$C/\text{pF} = \frac{253 \cdot 10^5}{(f/\text{kHz})^2 \cdot L/\text{mH}}$$

$$C/\text{pF} = \frac{25,3}{(f/\text{MHz})^2 \cdot L/\text{mH}}$$

$$C/\text{pF} = \frac{253 \cdot 10^8}{(f/\text{kHz})^2 \cdot L/\mu\text{H}}$$

$$C/\text{pF} = \frac{25300}{(f/\text{MHz})^2 \cdot L/\mu\text{H}}$$

Gegeben: Resonanzfrequenz f ,
Kapazität C
Gesucht: Induktivität L

$$L/\text{mH} = \frac{253 \cdot 10^5}{(f/\text{kHz})^2 \cdot C/\text{pF}}$$

$$L/\text{mH} = \frac{25,3}{(f/\text{MHz})^2 \cdot C/\text{pF}}$$

$$L/\mu\text{H} = \frac{253 \cdot 10^8}{(f/\text{kHz})^2 \cdot C/\text{pF}}$$

$$L/\mu\text{H} = \frac{25300}{(f/\text{MHz})^2 \cdot C/\text{pF}}$$

Detaildiagramm

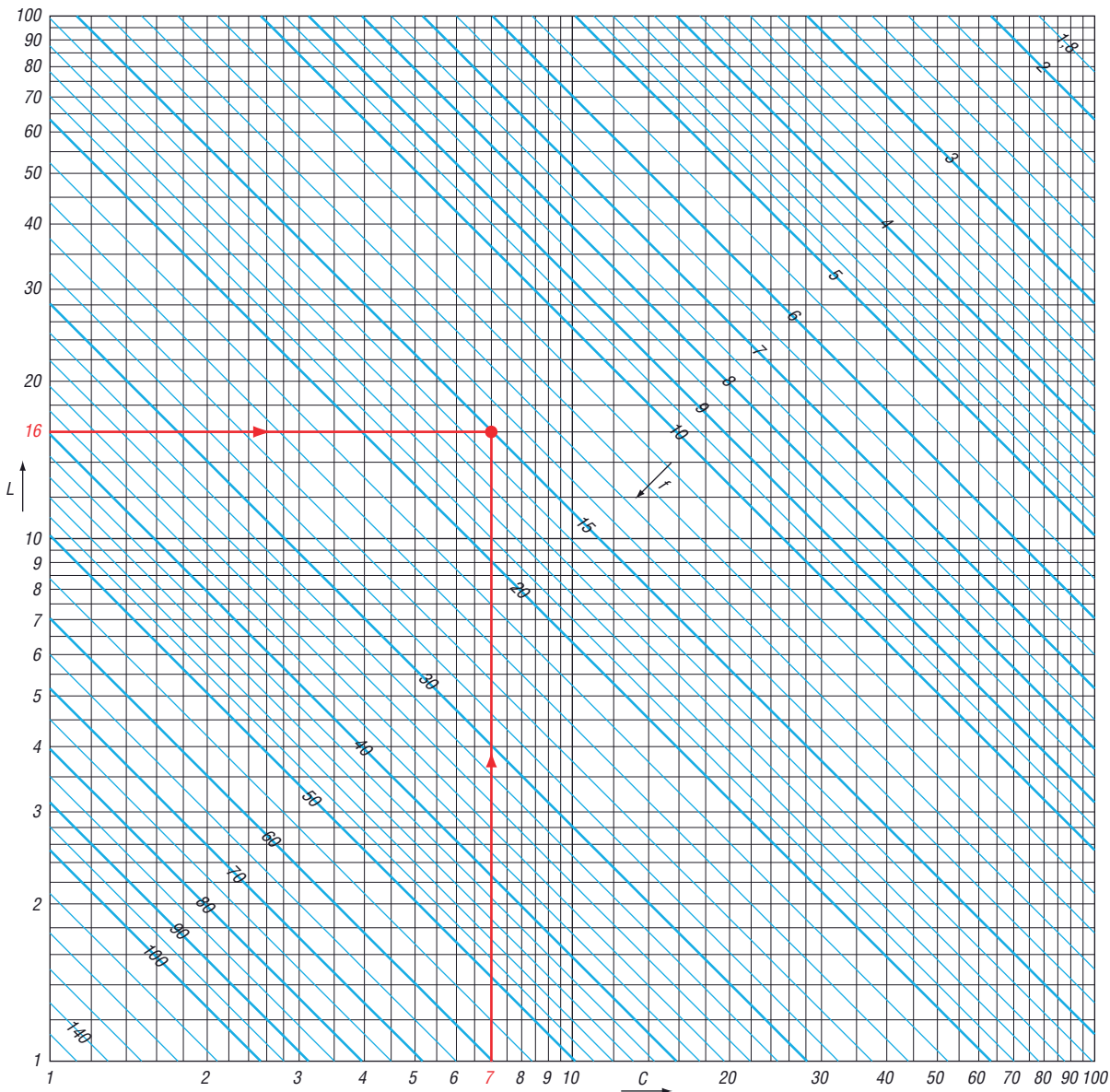


Bild 2: Detaildiagramm zur Ermittlung der genauen Zahlenwerte; die Werte der C-, L- und f-Angaben sind durch Verändern der Kommastelle(n) mit denen des infrage kommenden Quadrats in Bild 1 in Übereinstimmung zu bringen. Gekennzeichnet ist das Beispiel 1.

Beispiele

Beispiel 1:

Gesucht ist die Resonanzfrequenz f eines Schwingkreises, der aus einer Spule mit $L = 16 \mu\text{H}$ und einem Kondensator mit $C = 700 \text{ pF}$ besteht. Im Übersichtsdiagramm liegt der rot gekennzeichnete Schnittpunkt dieser Werte im jeweils zweiten (orangenen) Quadrat von oben bzw. von links. Es gelten demnach für das Detaildiagramm folgende Zuordnungen.

C-Skala:

$1 \hat{=} 100 \text{ pF}$; $10 \hat{=} 1 \text{ nF}$; $100 \hat{=} 10 \text{ nF}$.

L-Skala (keine Stellenverschiebung):

$1 \hat{=} 1 \mu\text{H}$; $10 \hat{=} 10 \mu\text{H}$; $100 \hat{=} 100 \mu\text{H}$.

f-Skala: $10 \hat{=} 1 \text{ MHz}$; $100 \hat{=} 10 \text{ MHz}$.

Die gesuchte Resonanzfrequenz f des Schwingkreises ist $15 \hat{=} 1,5 \text{ MHz}$.

Beispiel 2:

Gesucht ist die Kapazität C des Kondensators in einem Schwingkreis mit einer Spule von $L = 300 \text{ mH}$ bei einer Resonanzfrequenz von $f = 800 \text{ Hz}$. Im Übersichtsdiagramm liegt der Schnittpunkt beider Werte im zweiten (gelben) Quadrat von oben bzw. von rechts. Es gelten demnach für das Detaildiagramm folgende Zuordnungen.

C-Skala:

$1 \hat{=} 10 \text{ nF}$; $10 \hat{=} 100 \text{ nF}$; $100 \hat{=} 1 \mu\text{F}$.

L-Skala:

$1 \hat{=} 10 \text{ mH}$; $10 \hat{=} 100 \text{ mH}$; $100 \hat{=} 1 \text{ H}$.

f-Skala: $10 \hat{=} 1 \text{ kHz}$; $100 \hat{=} 10 \text{ kHz}$.

Die gesuchte Kapazität C des Kondensators ist $13 \hat{=} 130 \text{ nF}$.

Beispiel 3:

Gesucht ist die Induktivität L der Spule eines Schwingkreises für eine Resonanzfrequenz von $f = 144 \text{ MHz}$, wenn der Kondensator eine Kapazität von $C = 10 \text{ pF}$ besitzt. Im Übersichtsdiagramm liegt der Schnittpunkt beider Werte im untersten linken (orangenen) Quadrat. Es gelten demnach für das Detaildiagramm folgende Zuordnungen.

C-Skala (keine Stellenverschiebung):

$1 \hat{=} 1 \text{ pF}$; $10 \hat{=} 10 \text{ pF}$; $100 \hat{=} 100 \text{ pF}$.

L-Skala:

$1 \hat{=} 10 \text{ nH}$; $10 \hat{=} 100 \text{ nH}$; $100 \hat{=} 1 \mu\text{H}$.

f-Skala: $10 \hat{=} 100 \text{ MHz}$; $100 \hat{=} 1 \text{ GHz}$.

Die gesuchte Induktivität L der Spule ist $12 \hat{=} 120 \text{ nH}$.