

Koaxiale Keramikresonatoren

Coaxial ceramic resonators

Diese Resonatoren besitzen die Form eines koaxialen Zylinders oder Quaders mit metallisierten äußeren und inneren Flächen. Die Kapazität, die Induktivität und der Widerstand der Metallisierung stellen einen hochfrequenten Resonanzkreis dar, der in der TEM-Mode schwingt.

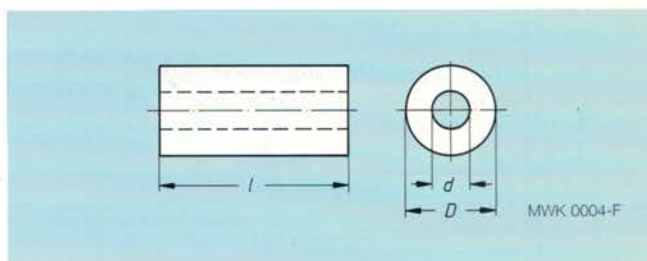
Die Resonanzfrequenz f_r ist durch ϵ und durch die Länge des Zylinders gegeben.

Unsere Standardprodukte sind platzsparende $\lambda/4$ -Bauformen. Durch zusätzliche Metallisierung einer Stirnfläche wird der dafür erforderliche Kurzschluß realisiert.

These resonators take the shape of a coaxial cylinder or cube with metallized internal and external surfaces. Capacitance, inductance and resistance of the metallization form an RF resonant circuit that oscillates in the TEM mode.

The resonance frequency f_r is determined by ϵ and the length of the cylinder.

Our standard products are space-saving $\lambda/4$ -types. The required short circuit is achieved by an additional metallization at the front end.



Standardprogramm (zylindrische Ausführung)

Standard product line (cylindrical version)

Material	f_r MHz	l (typ.) mm	Güte Quality factor Q_0	Bestellnummer ²⁾ Ordering code ²⁾
$D = 5.7 \text{ mm}, d = 2.3 \text{ mm}$				
$\epsilon \approx 88^{1)}$	400	20.0	>250	B69610-F4006-A612
	450	17.8	>250	B69610-F4506-A612
	500	16.0	>300	B69610-F5006-A612
	550	14.5	>300	B69610-F5506-A612
	600	13.3	>300	B69610-F6006-A612
	650	12.3	>300	B69610-F6506-A612
	700	11.4	>300	B69610-F7006-A612
	750	10.7	>300	B69610-F7506-A612
	800	10.0	>350	B69610-F8006-A612
	850	9.4	>350	B69610-F8506-A612
$D = 6.0 \text{ mm}, d = 2.5 \text{ mm}$				
$\epsilon = 38$	900	14.0	>400	B6962*-F9006-A610
	950	13.3	>400	B6962*-F9506-A610
	1000	12.6	>400	B6962*-F1007-A610
	1100	11.5	>400	B6962*-F1107-A610
	1150	11.0	>400	B6962*-F1157-A610
	1200	10.5	>400	B6962*-F1207-A610
	1300	9.7	>400	B6962*-F1307-A610
	1500	8.4	>400	B6962*-F1507-A610
	1600	7.9	>400	B6962*-F1607-A610
	1700	7.4	>400	B6962*-F1707-A610
	2000	6.3	>400	B6962*-F2007-A610
	2400	5.3	>400	B6962*-F2407-A610
	$D = 5.5 \text{ mm}, d = 2.2 \text{ mm}$			
$\epsilon = 21$	2500	6.6	>400	B6964*-F2507-A510
	3000	5.5	>400	B6964*-F3007-A510
	3500	4.7	>400	B6964*-F3507-A510
	4000	4.2	>400	B6964*-F4007-A510
	4500	3.7	>400	B6964*-F4507-A510

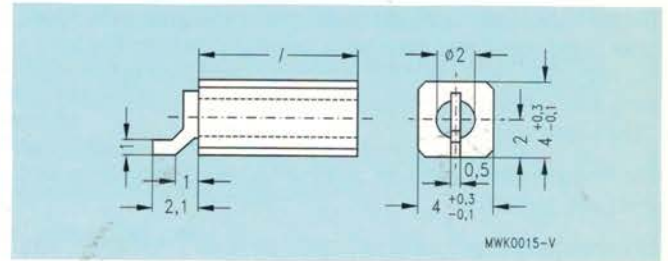
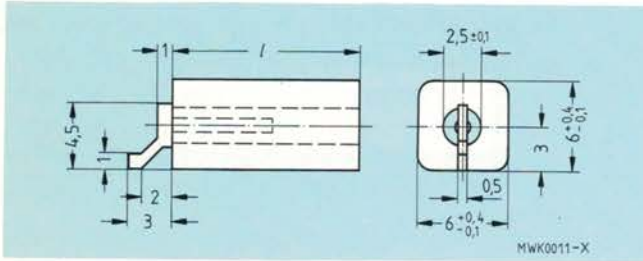
1) Die ϵ -Werte verschiedener Massechargen können zwischen 88 und 92 variieren; die Streuung innerhalb einer Charge ist jedoch geringer.

1) The ϵ -values of different batches may vary between 88 and 92; the variation within one batch, however, is lower.

2) Anstelle * ist die Kennziffer für den Temperaturkoeffizienten einzusetzen:

2) Replace the asterisk * by the code number for the temperature coefficient:

7 = -3 ppm/K 1 = +3 ppm/K 3 = + 9 ppm/K
 0 = 0 ppm/K 2 = +6 ppm/K 4 = +12 ppm/K



Standardprogramm (quaderförmige Ausführung)
Standard product line (cubic version)

Material	f_r MHz	l (typ.) mm	Güte Quality factor Q_0	Bestellnummer ²⁾ Ordering code ²⁾
$\epsilon \approx 88^{1)}$	400	20.0	>250	B69610-G4006-A612
	450	17.8	>250	B69610-G4506-A612
	500	16.0	>300	B69610-G5006-A612
	550	14.5	>300	B69610-G5506-A612
	600	13.3	>300	B69610-G6006-A612
	650	12.3	>300	B69610-G6506-A612
	700	11.4	>300	B69610-G7006-A612
	750	10.7	>300	B69610-G7506-A612
	800	10.0	>400	B69610-G8006-A612
	850	9.4	>400	B69610-G8506-A612
$\epsilon = 38$	900	14.0	>400	B6962*-G9006-A610
	950	13.3	>400	B6962*-G9506-A610
	1000	12.6	>400	B6962*-G1007-A610
	1100	11.5	>400	B6962*-G1107-A610
	1150	11.0	>400	B6962*-G1157-A610
	1200	10.5	>400	B6962*-G1207-A610
	1300	9.7	>400	B6962*-G1307-A610
	1500	8.4	>400	B6962*-G1507-A610
	1600	7.9	>400	B6962*-G1607-A610
	1700	7.4	>400	B6962*-G1707-A610
	2000	6.3	>400	B6962*-G2007-A610
	2400	5.3	>400	B6962*-G2407-A610
$\epsilon = 21$	2500	6.6	>400	B6964*-G2507-A610
	3000	5.5	>400	B6964*-G3007-A610
	3500	4.7	>400	B6964*-G3507-A610
	4000	4.2	>400	B6964*-G4007-A610
	4500	3.7	>400	B6964*-G4507-A610

Miniresonatoren (quaderförmige Ausführung)
Miniature resonators (cubic version)

Material	f_r MHz	l (typ.) mm	Güte Quality factor Q_0	Bestellnummer ²⁾ Ordering code ²⁾
$\epsilon \approx 88^{1)}$	400	20.0	>200	B69610-G4006-A412
	450	17.8	>200	B69610-G4506-A412
	500	16.0	>200	B69610-G5006-A412
	550	14.5	>200	B69610-G5506-A412
	600	13.3	>200	B69610-G6006-A412
	650	12.3	>200	B69610-G6506-A412
	700	11.4	>250	B69610-G7006-A412
	750	10.7	>250	B69610-G7506-A412
	800	10.0	>250	B69610-G8006-A412
	850	9.4	>250	B69610-G8506-A412
$\epsilon = 38$	900	14.0	>300	B6962*-G9006-A410
	950	13.3	>300	B6962*-G9506-A410
	1000	12.6	>300	B6962*-G1007-A410
	1100	11.5	>300	B6962*-G1107-A410
	1150	11.0	>300	B6962*-G1157-A410
	1200	10.5	>300	B6962*-G1207-A410
	1300	9.7	>300	B6962*-G1307-A410
	1500	8.4	>350	B6962*-G1507-A410
	1600	7.9	>350	B6962*-G1607-A410
	1700	7.4	>350	B6962*-G1707-A410
	2000	6.3	>350	B6962*-G2007-A410
	2400	5.3	>350	B6962*-G2407-A410

1) Siehe Seite 11.

1) See page 11.

2) Anstelle * ist die Kennziffer für den Temperaturkoeffizienten einzusetzen:

2) Replace the asterisk * by the code number for the temperature coefficient:

7 = -3 ppm/K 1 = +3 ppm/K 3 = + 9 ppm/K
 0 = 0 ppm/K 2 = +6 ppm/K 4 = +12 ppm/K

Technische Daten

Die Resonatorlänge L beträgt

$$L = \frac{\lambda_0}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

λ_0 ... Wellenlänge des Signals im Vakuum
 ϵ_r ... relative Dielektrizitätszahl des Keramikmaterials

Die folgenden Beziehungen ermöglichen eine grobe Abschätzung der Resonatorlänge L (in mm) bei gegebener Resonanzfrequenz f_r (in GHz) für verschiedene Materialien.

Relative Dielektrizitätszahl des Materials	$\epsilon_r = 21$	$\epsilon_r = 38$	$\epsilon_r = 88$
Resonatorlänge L (in mm)	$L \approx \frac{16}{f_r}$	$L \approx \frac{12,6}{f_r}$	$L \approx \frac{8,0}{f_r}$

Metallisierung:

Alle leitenden Flächen des Koaxialresonators sind mit einer 15 μm dicken Einbrennsilberschicht belegt. Die zylindrische Bauform ist zusätzlich mit einer 0,3 μm dicken Nickelsperrschicht versehen, um Ablegieren zu verhindern. Darüber befindet sich eine 0,6 μm dicke Silberauflage, um Lötbarkeit zu gewährleisten.

Güte:

Die Güte Q der Koaxialresonatoren wird in erster Linie von deren Metallisierung bestimmt. Deren endliche Leitfähigkeit begrenzt die Güten auf Werte von $Q < 1000$, weitgehend unabhängig vom verwendeten Keramikmaterial. Die typischen Gütewerte bei unseren Standardbauformen sind in nachstehendem Diagramm dargestellt (Bild 6).

Wellenwiderstand Z :

Der Wellenwiderstand Z eines Koaxialresonators ergibt sich als

$$Z = 60 \Omega \cdot \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D}{d} \cdot g$$

μ_r = rel. magnetische Permeabilität des Materials. Für die verwendeten Materialien ist $\mu_r = 1$
 D = Außendurchmesser des Resonators
 d = Innendurchmesser des Resonators
 g = Geometriefaktor
 zylindrische Bauform $g = 1,00$
 quaderförmige Bauform $g = 1,07$

Technical data

The resonator length L is

$$L = \frac{\lambda_0}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

λ_0 ... wavelength of the signal in vacuum
 ϵ_r ... relative permittivity of the ceramic material

The relationships given in the table permit a rough estimation of the resonator length L (in mm) with given resonance frequency f_r (in GHz) for various materials.

Relative permittivity of the material	$\epsilon_r = 21$	$\epsilon_r = 38$	$\epsilon_r = 88$
Resonator length L (in mm)	$L \approx \frac{16}{f_r}$	$L \approx \frac{12.6}{f_r}$	$L \approx \frac{8.0}{f_r}$

Metallization:

All conducting surfaces of coaxial resonators are coated with a layer of plated silver, 15 μm in thickness. Cylindrical coaxial resonators are additionally provided with a 0.3 μm thick nickel barrier to prevent solder leaching. On top is a 0.6 μm silver layer which ensures good solderability.

Quality factor:

The quality factor Q of coaxial ceramic resonators is primarily determined by their metallization. The finite conductivity of the metallization limits the quality to $Q < 1000$; the ceramic material used has no significant influence. The quality factor of our standard types can be obtained from the following diagram (figure 6).

Characteristic impedance Z :

The impedance Z of a coaxial resonator is given by

$$Z = 60 \Omega \cdot \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D}{d} \cdot g$$

μ_r = rel. magnetic permeability of the material; for the materials used: $\mu_r = 1$
 D = external diameter of the resonator
 d = internal diameter of the resonator
 g = geometric factor
 cylindrical version: $g = 1.00$
 cubic version: $g = 1.07$

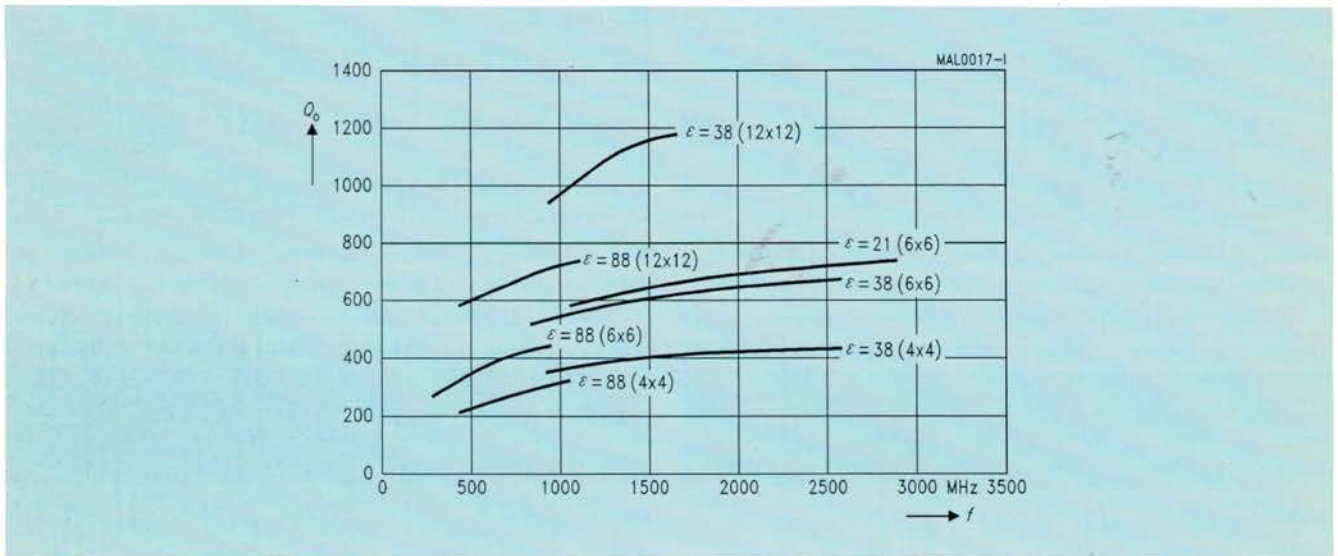


Bild 6 Güte von quaderförmigen Koaxialresonatoren in Abhängigkeit von der Frequenz, der Dielektrizitätszahl des Materials und den Querschnittsmessungen (mm-Maße in Klammern angegeben)

Figure 6 Quality factor of cubic coaxial resonators versus frequency, permittivity of the material and cross-sectional dimensions (mm-dimensions are given in parentheses)

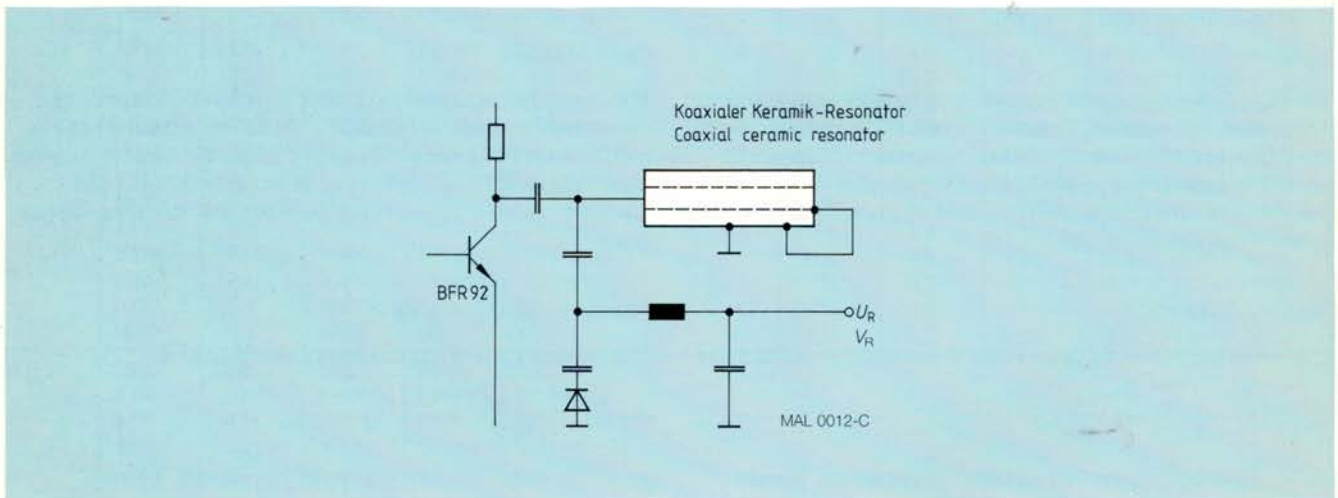


Bild 7 Typische Beschaltung eines keramischen Koaxialresonators in einem spannungsgesteuerten Oszillator bei 900 MHz

Figure 7 Typical circuit configuration for a coaxial ceramic resonator in a voltage-controlled oscillator at 900 MHz

Anwendungshinweise

Frequenzabstimmung:

Beim Einbau in eine Schaltung (Bild 7) treten in der Praxis Kapazitäten parallel zum Koaxialresonator auf. Dies führt im allgemeinen zu einer Verschiebung der Resonanzfrequenz nach unten. Eine Erhöhung der Resonanzfrequenz aufgrund mechanischer Verkürzung läßt sich durch Abschleifen der Keramik am nicht kurzgeschlossenen Ende erreichen. Mittels Trimmkondensatoren und Varaktordioden mit hoher Güte kann die Resonanzfrequenz in beiden Richtungen (bis ca. $\pm 10\%$) variiert werden.

Application notes

Frequency adjustment:

In practice there will be capacitances in parallel to the coaxial resonator when it is incorporated in a circuit (figure 7). This usually leads to a shift in resonance frequency to a lower value. An increase in resonance frequency through mechanical shortening can be achieved by grinding off the ceramic at the end that is not short-circuited. The resonance frequency can be varied in both directions (up to approx. $\pm 10\%$) by means of trimming capacitors and high-Q varactor diodes.

Löthinweis:

Soldering instructions:

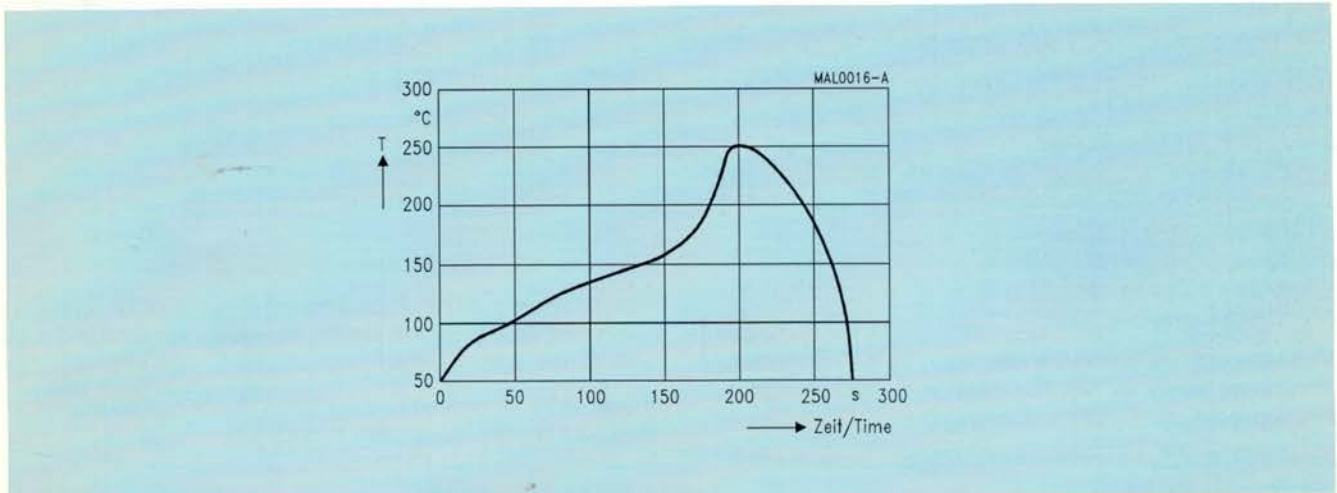


Bild 8 Empfohlenes Löttemperaturprofil

Es wird empfohlen, ein silberhaltiges Lot (ca. 2...4% Ag) zu verwenden.

Koaxialresonatoren – nach Kundenwunsch

Neben den Standardbauformen fertigen wir Koaxialresonatoren beliebiger Frequenz – zwischen 300 und 4500 MHz. Des Weiteren sind sowohl zylindrische als auch quaderförmige Koaxialresonatoren in $\lambda/2$ -Ausführung (d. h. ohne Kurzschlußmetallisierung) verfügbar. Bauformen mit $12 \times 12 \text{ mm}^2$ Querschnittsfläche (damit werden höhere Güten erreicht) können auf Anfrage gefertigt werden.

Für die Bestellung benötigen wir folgende Angaben:

- Koaxialresonator, zylindrisch oder quaderförmig, Kantenlänge 6 mm oder 4 mm (Zylindrische Bauformen liefern wir ohne und quaderförmige Bauformen mit Lötanschluß. Davon abweichende Wünsche bitte in Ihrer Bestellung vermerken.)
- Resonanzfrequenz f_r (Standardtoleranz $\pm 1\%$ für $\epsilon = 21$ und $\epsilon = 38$ bzw. $\pm 1,2\%$ für $\epsilon = 88$; andere Werte auf Anfrage)
- Temperaturkoeffizient TC_f (bei $\epsilon = 88$: $TC_f = 0 \pm 5 \text{ ppm/K}$)
- Material (Wenn nicht explizit ein bestimmtes Material gewünscht wird, wählen wir für Sie das für die Frequenz geeignetste aus.)

Bestellbeispiel:

Koaxialresonator, quaderförmig, 6 mm, $f_r = 1,0 \text{ GHz}$, $TC_f = 0 \text{ ppm/K}$

Figure 8 Recommended soldering temperature profile

The use of silver-bearing solder (approx. 2...4% Ag) is recommended.

Coaxial resonators – in custom design

In addition to the standard types we manufacture coaxial resonators with optional frequency ratings between 300 and 4500 MHz. Both cylindrical and cubic coaxial resonators are also available as $\lambda/2$ -version without short-circuit metallization. Types with a cross-sectional area of $12 \times 12 \text{ mm}^2$ (thus achieving enhanced quality) can be manufactured upon request.

Please make the following specifications in your order:

- Coaxial resonator, cylindrical or cubic, side length 6 mm or 4 mm (Cylindrical versions come without solder terminals, cubic versions with solder terminals. Please state deviating requirements in your order.)
- Resonance frequency f_r (standard tolerance $\pm 1\%$ for $\epsilon = 21$ and $\epsilon = 38$ and/or 1.2% for $\epsilon = 88$; other values upon request)
- Temperature coefficient TC_f (at $\epsilon = 88$: $TC_f = 0 \pm 5 \text{ ppm/K}$)
- Material (If you do not explicitly order a certain material, we will supply the material that is most suitable for the frequency.)

Ordering example:

Coaxial resonator, cubic, 6 mm, $f_r = 1.0 \text{ GHz}$, $TC_f = 0 \text{ ppm/K}$