

Schwingquarze für Embedded Computer

Ist die Baugröße entscheidend?

Wenn für Embedded Computer der Platz beschränkt ist, liegt es nahe, einen Schwingquarz mit einer sehr kleinen Bauform einzusetzen. Allerdings sind viele Application Boards noch mit sehr großen Schwingquarzen freigegeben worden. Deswegen sind in den Anwendungshinweisen dieser Microcontroller die elektrischen Spezifikationen der recht großen Schwingquarze vorgegeben. Es handelt sich dabei oft um Quarze im Metallgehäuse wie HC-49 oder HC-49/SMD. Wenn ein viel kleinerer Quarz eingesetzt wird, können solche Vorgaben nicht mehr eingehalten werden. Das verunsichert jedoch manchen Anwender. In diesem Beitrag wird versucht, die Unterschiede zwischen großen und kleinen Schwingquarzen herauszuarbeiten und praktische Hinweise zu geben, wie die optimale Quarzgröße ermittelt werden kann.

Nachteilig höherer Resonanzwiderstand bei kleineren Bauformen

Bild 1 zeigt einen Quarz der älteren Bauform „HC-49“ neben einem modernen SMD-Quarz im Keramikgehäuse. Die Folgen für das elektrische Verhalten werden durch das vielfach verkleinerte Volumen offensichtlich. Trotz verbesserter Produktionsmethoden sind die niedrigen Resonanzwiderstände des HC-49 nicht zu erreichen. Der Resonanzwiderstand ist umso größer, je kleiner die innere Quarzscheibe ist. Das geht zu Lasten der Anschwingreserve, was manche Schaltungen nicht vertragen. Ein Ausweg ist, die Schaltung noch genauer auf den verwendeten Quarz abzustimmen, als dies bisher der Fall war. Mit Hilfe der externen Kondensatoren sollte die Frequenz so abgestimmt werden, dass sie mit der Resonanzfrequenz des getesteten Quarzes übereinstimmt. Die Resonanzfrequenz des getesteten Quarzes ist dem Messprotokoll zu entnehmen. Die Frequenz sollte rückwirkungsfrei gemessen werden, zum Beispiel an einem anderen Ausgang des Microcontrollers. Die Anschwingreserve wird ermittelt, indem manuell ein Widerstand in Serie zum Quarz geschaltet wird (Bild 2). Der Widerstand sollte um einen Faktor X drei- bis fünffach höher sein als der maximal mögliche Resonanzwiderstand des Quarzes (Equivalent Series Resistance, ESR, max.). Für bestimmte Anwendungen sind höhere Faktoren X angemessen.

Sehr kleine Quarze erst ab 8 MHz oder 12 MHz

Richtig kleine Quarze sind erst oberhalb von 8 MHz oder 12 MHz verfügbar. Die Ursache sind die naturgemäßen Störungen an den Rändern jeder Quarzscheibe. Bei niedrigen Frequenzen reicht aufgrund der größeren Wellenlänge der Abstand zur Metallisierung nicht aus, um die Reflektionen an den Ecken und Kanten der Quarzscheibe hinreichend abzuschwächen. Daher würde es zu störenden Nebenresonanzen kommen. Bild 3 zeigt die verfügbaren Frequenzen für verschiedene Baugrößen.

Enge Toleranzen z.B. für Bluetooth

Bei den üblichen Taktgeberanwendungen werden keine besonderen Anforderungen an die Schwingquarze gestellt. Anders sieht es aus, wenn wie bei Bluetooth Sender und Empfänger aufeinander abgestimmt sein müssen. Bluetooth erfordert für eine Schaltung mit Quarzen eine besonders enge Toleranz (± 20 ppm). Die technische Grenze bei Schwingquarzen liegt gerade bei dieser Vorgabe (das heißt ± 10 ppm bei 25°C zuzüglich ± 10 ppm im Temperaturbereich). Je kleiner die Quarze sind, umso eingeschränkter sind die geforderten Toleranzen verfügbar, wie Tabelle 1 zeigt.

Ziehfähige größere Schwingquarze

In manchen Anwendungen wird die Frequenz des Quarzes mittels der kapazitiven Belastung gesteuert. Man spricht auch davon, dass die Frequenz "gezogen" wird. Das lässt sich am besten mit größeren Bauformen realisieren, die ziehempfindlicher als kleine Bauformen sind. Für kleine Quarze besteht in gewissen Grenzen die Möglichkeit, eine kleinere Lastkapazität zu wählen. In Tabelle 2 sind für gebräuchliche Schwingquarze die Ziehempfindlichkeiten zusammengestellt.

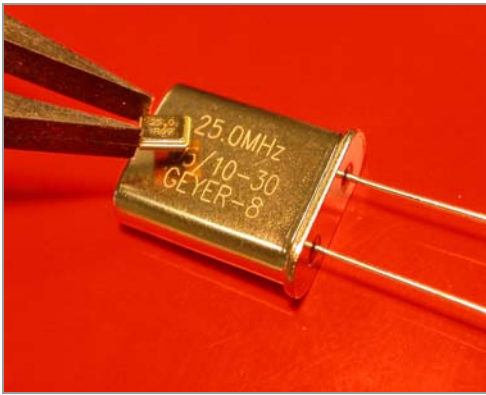


Bild 1: Ein moderner SMD-Quarz über einem Quarz der älteren Bauform „HC-49“ (3,2 x 2,5 mm und 13 x 10 mm). Das Volumen ist vielfach kleiner, um im Innern die Quarzscheibe unterzubringen (80-fach). Das hat Folgen für die elektrischen Eigenschaften, die beachtet werden möchten. (GEYER ELECTRONIC)

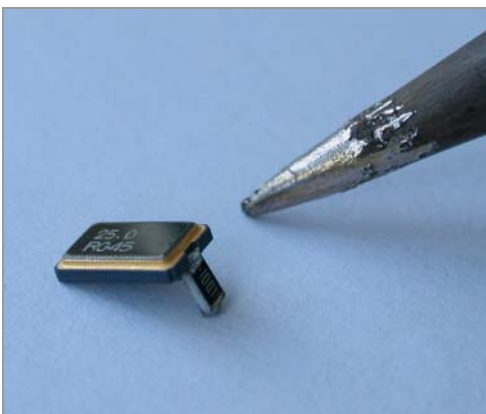


Bild 2: Die Anschlagreserve wird überprüft, indem manuell ein kleiner SMD-Widerstand an einen der Anschlüsse des Quarzes gelötet wird. (GEYER ELECTRONIC)

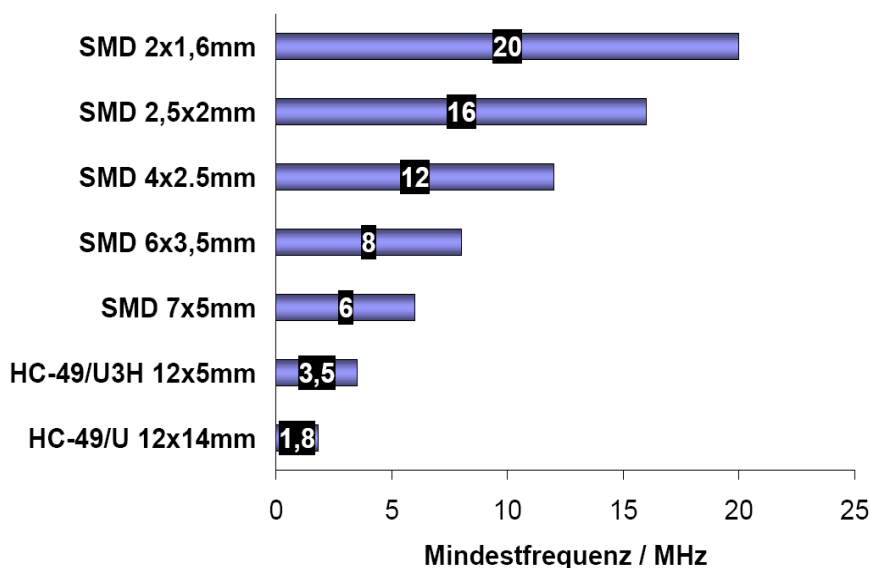


Bild 3: Verfügbare Frequenzen für verschiedene Baugrößen. (GEYER ELECTRONIC)

Tabelle 1: Temperaturbereich verschiedener Quarze, die für Bluetooth eingesetzt werden können (d.h. +/-10 ppm bei 25°C und +/-10 ppm im Temperaturbereich). Die Frequenz ist 13 MHz. (GEYER ELECTRONIC)

SMD-Gehäuse	7 x 5 mm	6 x 3,5 mm	4 x 2,5 mm
Temperaturbereich/°C	-40 ... +85	-25 ... +85	0 ... +50

Tabelle 2: Ziehempfindlichkeit verschieden großer Schwingquarze. Die Lastkapazitäten entsprechen typischen Werten in dieser Bauform. (GEYER ELECTRONIC)

Frequenz	Ziehempfindlichkeit in ppm/pF				
	SMD-Gehäuse	HC-49U	7 x 5 mm	5 x 3.2 mm	5 x 3.2 mm
Lastkapazität	16 pF	16 pF	16 pF	12 pF	
8 MHz		11	9	5	8
16 MHz	16	13	8	12	