

Was bei kleineren Quarzen zu beachten ist

Redesign? Challenge Accepted!

Für viele ältere Designs ist ein meist gefürchtetes Redesign der Oszillatorschaltung unausweichlich. Das Redesign muss aber nicht zum Alptraum werden – solange einige wichtige Details ausreichend Beachtung finden.

VON HENDRIK NIELSEN,
TECHNICAL SALES SPECIALIST FCP BEI DER WDI AG

Getrieben durch das Angebot immer kleinerer, kostengünstigerer und energieeffizienterer Prozessoren steigt auch seit Jahren schon die Nachfrage nach immer kleineren und batteriebetriebenen IoT- und Wearable-Endgeräten. Ein Ende des Trends zur Miniaturisierung der Elektronik ist nicht absehbar. Im Bereich der für die meisten Systeme lebensnotwendigen frequenzgebenden Bauteile sorgt dieser Trend aktuell dafür, dass ältere und größere Bauformen langsam vom Markt verschwinden – sie sind schlichtweg nicht mehr gewinnbringend genug und blockieren wertvolle Produktionskapazitäten.

Für viele bestehende Anwendungen, bei denen noch größere Quarze zum Einsatz kommen, bedeutet dies ein Redesign, damit auch weiterhin die Bauteilversorgung sichergestellt werden kann. Aus technischer Sicht gilt hierbei zu bedenken, dass sich die Umstellung von den größeren, häufig schon abgekündigten Quarzbauformen auf kleinere High-Runner auch auf die Spezifikationen des Schwingquarzes auswirkt. So können sich beispielsweise der allgemein höhere ESR und der geringere Drive Level negativ auf die Funktion der Oszillatorschaltung auswirken und zu ungewünschten Komplikationen führen.

Zunächst einmal muss beim Redesign auf kleinere Bauformen bedacht werden, dass der verfügbare Frequenzbereich umso höher liegt, je kleiner und dünner der Schwingquarz ist. Die

Beziehung zwischen der Stärke des Quarzrohlings (Blank) und der Resonanzfrequenz ist beim Schwingquarz umgekehrt proportional, was bedeutet, dass die Frequenz zunimmt, je dünner der Blank wird. Im Umkehrschluss wird ein stärkerer Blank benötigt, wenn eine niedrigere Frequenz erreicht werden soll. Im Gegensatz zu ihren größeren und höheren Vorgängern sind die kleineren Gehäuse flacher, wodurch die Grenzen der Physik hier schneller erreicht sind. Beispielsweise sind Frequenzen unter 16 MHz in der Bauform 2,0 mm x 1,6 mm oder unter 24 MHz in der Bauform 1,6 mm x 1,2 mm aktuell schon rein physikalisch nicht möglich.

Ebenfalls darf nicht außer Acht gelassen werden, dass bei kleineren Schwingquarzen der ESR (Equivalent Series Resistance) höher ist. Maßgebend für den ESR-Wert sind hauptsächlich die Frequenz, die Größe des Quarzes und der benötigten Elektroden sowie der Aufbau seiner Befestigung. Als allgemeine Regel gilt jedoch: Je kleiner der Quarzkristall, desto höher sein ESR-Wert (auch Lastresonanzwiderstand R_L genannt).

$$R_1 = \frac{ESR}{\left(1 + \frac{C_0}{C_L}\right)^2} \quad ESR = R_L = R_1 \left(1 + \frac{C_0}{C_L}\right)^2$$

Für die Auslegung einer stabilen Oszillatorschaltung ist der ESR-Wert einer der wesentlichen Eigenschaften, die es zu beachten gilt. Ebenso wie die benötigte Frequenz wird auch

der maximale ESR-Wert häufig vom eingesetzten Controller vorgegeben. Er wirkt sich wesentlich auf die Anschwingsicherheit (Circuit Margin) der Oszillatorschaltung aus, da er direkt in ihre Berechnung einfließt. Für ein stabiles Anschwingverhalten der Oszillatorschaltung ist eine Circuit Margin von 5 oder mehr wünschenswert; bei Automotive-Anwendungen wird häufig eine Circuit Margin von 10 gefordert.

$$C_m = \frac{-R}{ESR}$$

Der negative Widerstand (R_1) der Oszillatorschaltung kann durch Hinzufügen eines Potenziometers in Reihe mit dem Quarz gemessen werden (Bild 2). Der Widerstand des Potenziometers wird dann so lange erhöht, bis der Quarz aufhört zu schwingen – dieser Widerstandswert markiert R_{ADDmax} , der addiert zum maximalen ESR-Wert des Quarzes den negativen Widerstand ergibt.

Es ist zu erkennen, dass die Anschwingsicherheit der Oszillatorschaltung mit steigendem ESR-Wert geringer wird. Dies hat zur Folge, dass ein sicheres Anschwingen des Quarzes nicht mehr gewährleistet werden kann – ein häufiger, aber vermeidbarer Fehler, wenn größere Quarzbauformen durch kleinere ersetzt werden sollen.

Am einfachsten lässt sich die Anschwingsicherheit verbessern, indem man die beiden Kondensatoren C_1 und C_2 kleiner auslegt. Dies führt dazu, dass der Widerstand R_{ADD} an dem Punkt, an dem die Schwingung aufhört, höher ist, was direkt zu einer Verbesserung des negativen Widerstands und damit zu einer höheren Anschwingsicherheit führt. Das ist auch der Grund dafür, dass kleinere Schwingquarze in der Regel mit niedrigeren Lastkapazitäten angeboten werden. Beim Redesign sollte also

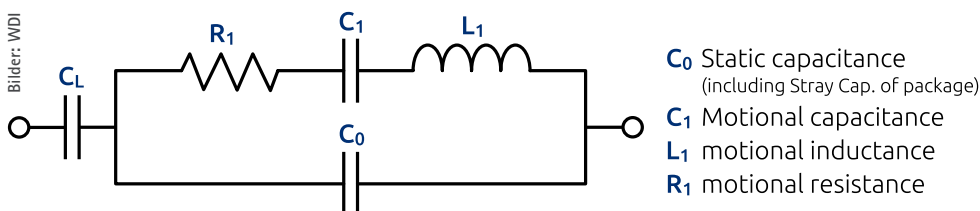


Bild 1: Ersatzschaltbild des Quarzes:
Durch den Lastkondensator C_L ergibt sich der Lastresonanzwiderstand $R_L = ESR$.

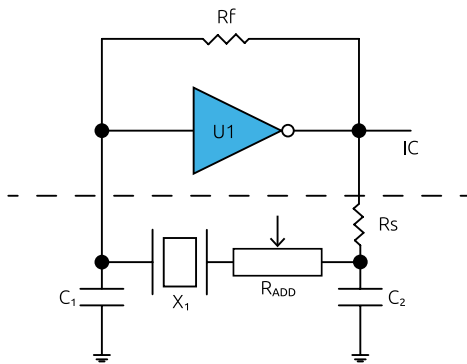


Bild 2: Pierce-Gate-Oszillatorschaltung mit Potenziometer (R_{ADD})

auch bedacht werden, dass ein Austausch der Kondensatoren erforderlich ist.

Damit der Schwingquarz innerhalb der gewünschten Spezifikationen arbeitet, ist die Auswahl der richtigen Kondensatoren C_1 und C_2 und die Ermittlung der geeigneten Lastkapazität für die Oszillatorschaltung von höchster Bedeutung. Berücksichtigt werden muss nämlich auch der Trimm, der bei größeren Quarzbauformen aufgrund der Dimension des Blanks sowie der Elektroden für gewöhnlich ohnehin schon höher ist und zudem bei Verringerung der Lastkapazität in der Oszillatorschaltung weiter zunimmt. Wird nun ein kleinerer Quarz anstelle einer älteren Bauform eingesetzt, wäre zu erwarten, dass der Trimm geringer und somit die Frequenz stabiler wird. Da aber die Lastkapazität in der Schaltung verringert werden muss, um weiter den negativen Widerstand beizubehalten und damit ebenfalls weiterhin die gewünschte Anschwingsicherheit zu gewährleisten, erhöht sich der Trimm wieder. Unterm Strich wird der Trimm bei einem Redesign auf eine kleinere Quarzbauform also unverändert bleiben oder sogar etwas zunehmen.

Nähere Informationen zum Aufbau der Oszillatorschaltung sowie wichtige Hinweise zur Spezifikation des benötigten Schwingquarzes lassen sich in der Regel in den Datenblättern der jeweiligen Mikrocontroller finden. Unterstützung bei der Auswahl des – sowohl wirtschaftlich als auch technisch gesehen – idealen Taktgebers bieten die Spezialisten der WDI AG. Ob neues Design oder Redesign – WDI zeigt baugleiche Alternativen und Second Sources auf und empfiehlt besonders gängige Bauformen und Spezifikationen. Mit dem Quarzfinder bietet WDI dem Anwender ein Online-Suchwerkzeug, um ihn bei der Auswahl des für ihn richtigen Quarzes, Resonators, Oszillators oder Real-Time-Clock-Moduls zu unterstützen. Unter www.quarzfinder.de sind mehr als 1000 Produkte inklusive der dazugehörigen Datenblätter zu finden. (ha) ■