

all-electronics.de

elektronik industrie

Was Entwickler wissen müssen

EMBEDDED + (I)IOT

Die Vorteile von FreeRTOS für die Entwicklung von Embedded-Lösungen 20

STROMVERSORGUNG

Festkörperbatterien für mehr Sicherheit bei IoT-Anwendungen 42

SENSOREN

Positioniersysteme für das autonome Fahren: Mehr als „nur“ GNSS 45

QUARZE UND TAKTGEBER

**Trends erkennen,
Redesign vermeiden** 10

wdi ag

Anzeige



Trends erkennen – Redesign vermeiden

Hintergründe verstehen

In letzter Zeit kommt es bei Uhrenquarzen, vor allem aber bei älteren großen Quarzen und Oszillatoren zu signifikanten Lieferschwierigkeiten. Um Lieferengpässe zu vermeiden kann die Umstellung auf kleinere Quarze verbunden mit einem Redesign nötig sein.

Autor: Hendrik Nielsen

Neben einer Reihe weltweiter unerwarteter Ereignisse in der jüngsten Vergangenheit, die zu nie dagewesenen Lieferengpässen geführt haben, sorgt der globale Digitalisierungstrend für eine wachsende Nachfrage nach elektronischen Komponenten. Dabei sahen die Prognosen ursprünglich anders aus, denn in den letzten Jahren war das Wachstum der Weltwirtschaft eher schleppend. Die Produktionskapazitäten nun wieder aufzubauen, stellt die Hersteller elektronischer Bauelemente und ihre Lieferketten vor massive Herausforderungen. Teilweise ist dann ein Redesign erforderlich, aber was muss man dabei in punkto Taktgeber beachten?

Wenn das Redesign notwendig wird

Für neue Designs geht die Empfehlung sowohl bei Quarzen als auch bei Oszillatoren zu den mittlerweile stark nachgefragten kleineren Bauformen ab $3,2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ und noch kleiner. 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 Quarzbauformen auf kleinere auch auf die Spezifikationen des Schwingquarzes auswirkt. So können sich beispiels-

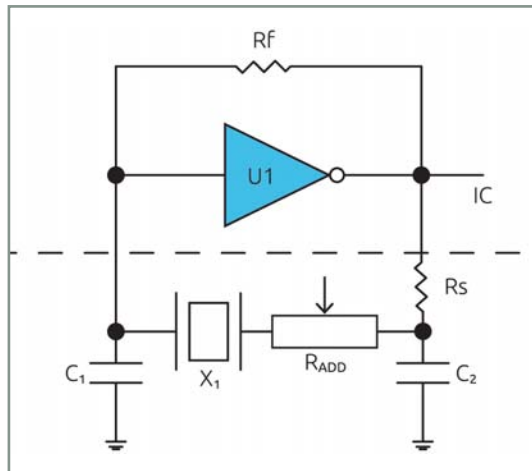


Bild 1: Oszillatorschaltung mit Potentiometer

weise der allgemein höhere ESR und der geringere Drive Level negativ auf die Funktion der Oszillatorschaltung auswirken und damit zu Komplikationen führen.

Höherer Frequenzbereich

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

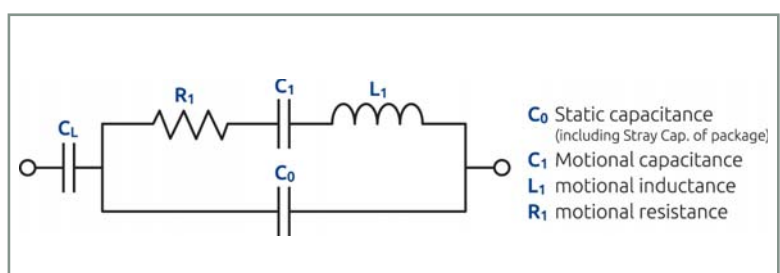
Die Beziehung zwischen der Stärke des Quarzrohrlings (Blank) und der Resonanzfrequenz des Quarzes ist beim Schwingquarz umgekehrt proportional, was bedeutet, dass die Frequenz zunimmt, je dünner der Blank wird. Im Umkehrschluss wird ein stärkerer Blank benötigt, wenn eine niedrigere Frequenz erreicht werden soll.

Im Gegensatz zu ihren größeren und höheren Vorgängern sind die kleineren Gehäuse flacher, wodurch die Grenzen der Physik hier schneller erreicht sind. So sind beispielsweise Frequenzen unter 16.000 MHz in der Bauform $2,0 \text{ mm} \times 1,6 \text{ mm}$ oder unter 24.000 MHz in der Bauform $1,6 \text{ mm} \times 1,2 \text{ mm}$ aktuell nicht möglich.

ESR-Wert beachten

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

Bild 2: Ersatzschaltbild des Quarzes



- C_0 Static capacitance (including Stray Cap. of package)
- C_1 Motional capacitance
- L_1 motional inductance
- R_1 motional resistance

HinterGRUND

Wer nicht mit der Zeit geht, geht mit der Zeit

Seit Monaten erlebt die Elektronikbranche turbulente Zeiten. Kontinuierlich sehen sich Entwickler mit schwankenden, teils extrem langen Lieferzeiten, unvorhergesehenen Abkündigungen und inflationären Preisentwicklungen konfrontiert. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Zum einen spielt die Corona-Pandemie seit Anfang 2020 eine große Rolle. Wochenlange und wiederkehrende Lockdowns in Asien haben dazu geführt, dass Produktionen immer wieder stillstehen und im ersten Halbjahr dieses Jahres waren viele Wirtschaftszentren wie Shanghai und Shenzhen betroffen. Zusätzlich sorgen Stromzuteilungen, bedingt durch stark gestiegene Energiekosten in China oder Wasserzuteilungen, notwendig durch anhaltende Dürre in Taiwan und andere Ereignisse in Europa für teils existenzbedrohende Zustände in der gesamten Branche. Im Bereich der frequenzgebenden Bauteile sind Uhrenquarze mit 32.768 kHz in der häufigsten SMD-Bauform $3,2 \times 2,5 \text{ mm}^2$, vor allem aber Quarze und Oszillatoren mit $7,0 \times 5,0 \text{ mm}^2$, $6,0 \times 3,5 \text{ mm}^2$ und $5,0 \times 3,2 \text{ mm}^2$ besonders von Lieferengpässen betroffen. Wer in Anbetracht dieser Situation noch ruhig bleiben kann, muss sich eine gute Strategie ausgearbeitet haben, um die nächsten Monate, im schlimmsten Fall Jahre, unbeschadet zu umschiffen. Um Produktion und Lieferungen sicherer zu machen, muss mehr Sorgfalt auf den Aufbau der Lieferantennetze gelegt werden. Bei neuen Designs geht die Empfehlung zu den kleineren Bauformen. Für viele bestehende Anwendungen bedeutet das ein Redesign – und dabei ist einiges zu beachten.



Bild 3: Für viele bestehende Anwendungen, bei denen noch große Quarze zum Einsatz kommen, ist ein Re-Design nötig.

jedoch: Je kleiner der Quarzkristall, desto höher ist sein ESR-Wert (auch Lastresonanzwiderstand, RL, genannt). Für die Auslegung einer stabilen Oszillatorschaltung ist der ESR-Wert eine der wesentlichen Eigenschaften. 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

Markt-ANALYSE

Lieferengpässe bei Quarzen

Im Bereich der frequenzgebenden Bauteile waren und sind die Probleme bei den Uhrenquarzen in der am häufigsten verwendeten SMD-Bauform $3,2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ am deutlichsten zu beobachten; diese 32.768-kHz-Quarze sind schon seit Ende 2020 auf Allokation. Größtes Problem sind die Gehäuse (Keramikboden und Metalldeckel), weil die wenigen Hersteller sie nicht in ausreichender Menge produzieren können. Es ergeben sich hier teilweise immer noch Vorlaufzeiten von mehr als einem Jahr, so dass Auftragsbücher für neue Aufträge sogar vorübergehend geschlossen werden mussten. Die Situation verbessert sich aktuell eher schleppend.

Große SMD-Bauformen

Noch schlimmer sieht es bei den Quarzen und Oszillatoren in den mittlerweile in die Jahre gekommenen größeren SMD-Bauformen $7,0 \times 5,0 \text{ mm}^2$, $6,0 \times 3,5 \text{ mm}^2$ und $5,0 \times 3,2 \text{ mm}^2$ aus. Teilweise sind sie komplett auf Allokation oder nur mit Lieferzeiten von mehr als 50 Wochen zu bekommen. Einige Hersteller haben alle Quarze und Oszillatoren in großen Bauformen gleich ganz abgekündigt. Hauptursache hierfür sind wieder die Gehäusezulieferer. Diese sind vor allem daran interessiert, der starken Nachfrage aus dem Bereich der Consumer-Produkte nachzukommen, bei denen überwiegend kleinere und mittlerweile gängigere SMD-Bauformen wie beispielsweise $3,2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ aber gerade im Zuge der fortwährenden Miniaturisierung und dem Boom von Wea-

rables auch noch kleinere Bauformen eingesetzt werden. Mit den kleineren Gehäusen lässt sich mehr Output generieren, und die großen Bauformen werfen schlichtweg nicht mehr genügend Gewinn ab, während sie gleichzeitig die Produktionslinien blockieren. Es ist schon seit einiger Zeit absehbar, dass die größeren Gehäuse langsam vom Markt verschwinden. Oftmals kann dann nicht einmal eine Last-Time-Buy-Option gewährt werden.

ICs mit 5 V für Oszillatoren

Bei den Oszillatoren kommt zur schlechten Verfügbarkeit der großen Gehäuse noch ein weiterer Faktor hinzu: Die Hersteller der benötigten ICs fahren nämlich die Produktion der 5-Varianten herunter oder produzieren diese schon gar nicht mehr. Die Oszillatoren-Hersteller, die noch passende ICs von ihren Vorlieferanten geliefert bekommen, sind derzeit bereits dabei, prognostizierte Bedarfszahlen für ein Last-Time-Buy anzufordern, um ihre Kunden noch eine gewisse Zeit mit 5-V-Oszillatoren versorgen zu können – zumindest so lange bis diese auf eine andere Spannungsversorgung umgestellt haben.

Für sichere Lieferketten sorgen

Um sicher durch die Krise zu kommen, heißt es für den Anwender, frühzeitig und vorausschauend zu planen sowie Trends zu erkennen. Zukünftig lautet die Devise, beim Ausarbeiten globaler Lieferketten unvorhersehbare Ereignisse genauso zu berücksichtigen wie Obsoleszenz oder Allokation von elektronischen Bau-



Durch sorgfältig ausgewählte Hersteller können noch alle Bauformen mit annehmbaren Lieferzeiten angeboten werden.

teilen. Um Produktion und Lieferungen sicherer zu machen, muss mehr Sorgfalt schon auf den Aufbau breit aufgestellter Lieferantennetze sowie die Auswahl zuverlässiger Handelspartner und Bezugsquellen gelegt werden. Lieferketten müssen solide, durchdacht und krisensicher aufgebaut sein, ihre Bewertung darf nicht nur nach ihrem Einsparpotenzial erfolgen. Dabei ist es unabdingbar, so früh wie möglich mindestens eine Second Source für ein Bauteil zu testen und freizugeben. Im Ernstfall kann der Produzent dann bestenfalls auf eine oder mehrere unabhängig voneinander agierende und lokal voneinander getrennte Second Sources zurückgreifen und so einen möglichen Bandstillstand verhindern.

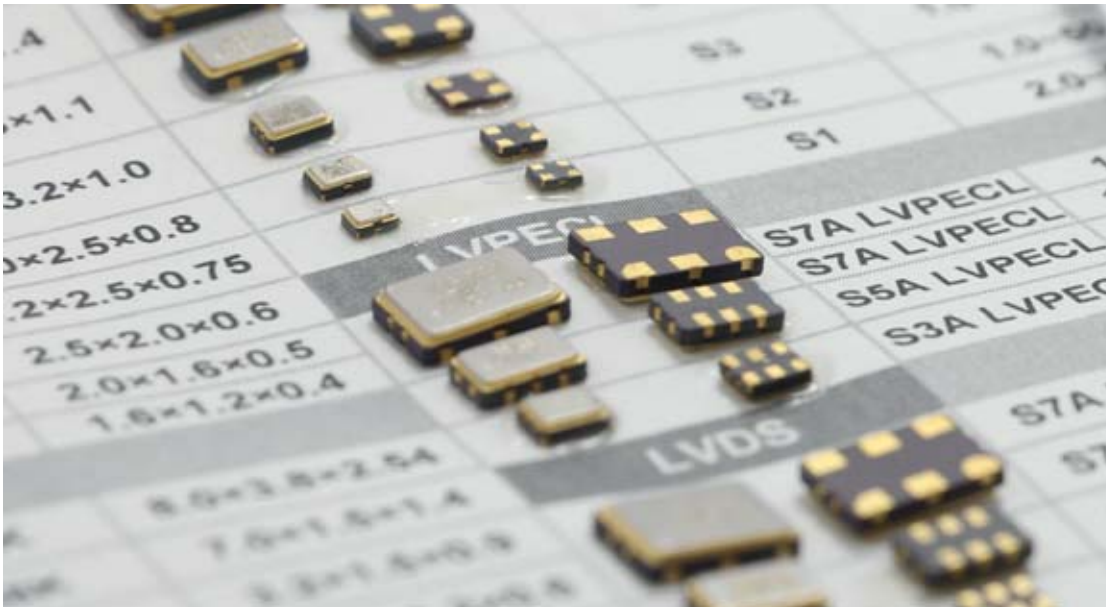


Bild 4: Noch haben einige Hersteller die großen Bauformen im Programm, allerdings geht der Trend eindeutig zu kleineren Quarzbauformen.

ist eine Circuit Margin von 5 oder mehr wünschenswert; Automotive-Anwendungen erfordern häufig eine Circuit Margin von 10. Der negative Widerstand (-R) der Oszillatorschaltung lässt sich durch Hinzufügen eines Potentiometers in Reihe mit dem Quarz messen (Bild 1).

Der Widerstand des Potentiometers wird 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. Die Anschwingsicherheit wird mit steigendem ESR-Wert geringer, was zur Folge hat, dass ein sicheres Anschwingen des Quarzes nicht mehr gewährleistet werden kann.

Verbesserung der Anschwingsicherheit

Am einfachsten lässt sich die Anschwingsicherheit verbessern, indem die beiden Kondensatoren C_1 und C_2 kleiner auslegt werden. Dadurch ist der Widerstand R_{ADD} an dem Punkt höher, an dem die Schwingung aufhört, 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 auch bedacht werden, dass ein Austausch der Kondensatoren erforderlich ist.

Austausch der Kondensatoren

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 großer Bedeutung. Berücksichtigt werden muss nämlich auch der Trimm, der bei größeren Quarz-

bauformen, 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. Kommt nun ein kleinerer Quarz zum Einsatz, 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 weiterhin die gewünschte Anschwingsicherheit zu gewährleisten, erhöht sich der Trimm wieder. Letztendlich wird der Trimm bei einem Redesign auf eine kleinere Quarzbauform also unverändert bleiben oder sogar etwas zunehmen.

Hilfe bei der Auswahl des passenden Frequenzgebers

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.

Die WDI AG bietet Unterstützung bei der Auswahl des am besten geeigneten Taktgebers für das entsprechende System an – sowohl in wirtschaftlicher als auch in technischer Hinsicht. Unabhängig davon, ob es sich um ein neues Design oder um ein Redesign handelt, zeigt der Distributor schon ab dem Design-In baugleiche Alternativen und Second Sources auf und empfiehlt besonders gängige Bauformen und Spezifikationen. (bs) ■

Autor

Hendrik Nielsen
Technical Sales Specialist FCP
bei WDI AG

