

Axtal Consulting

Sicher im Takt

»Dürftige« Infos im Datenblatt? Um die Betriebssicherheit der Oszillatorstufe eines Mikroprozessors oder Controllers zu gewährleisten, empfiehlt Bernd Neubig, Geschäftsführer von Axtal Consulting, die Einhaltung des Sicherheitsfaktors und die Quarzbelastung durch entsprechende Messungen abzusichern.

Damit Mikroprozessoren und Mikrocontroller zuverlässig funktionieren, muss ihr Systemtakt unter allen Betriebsbedingungen arbeiten. Dieser wird durch einen Schwingquarz oder einen Keramikresonator bestimmt, der an die On-Chip-Oszillatorstufe angeschlossen wird, meist zusammen mit zwei externen Kondensatoren und eventuell einem oder zwei zusätzlichen Widerständen. Bernd Neubig: »Die Datenblätter der Prozessoren oder Controller liefern in vielen Fällen aber nur sehr dürftige Informationen über die Bauelementwerte.« Sind Werte angegeben, dann seien sie nicht selten »alles andere als optimal für eine hohe Betriebssicherheit«. Dazu kommt, dass die optimale Beschaltung nicht nur von der Frequenz abhängt, sondern auch von der Baugröße der Schwingquarze bzw. Resonatoren: Je kleiner die Quarze, umso mehr Verstärkungsreserve ist daher erforderlich.

Bei Automobil-Anwendungen gilt die Forderung nach einem Sicherheitsfaktor SF von mindestens 10, das heißt, die Oszillatorstufe muss auch noch beim 10-fachen Wert des maximal zulässigen Resonanzwiderstands sicher anschwingen. Der Sicherheitsfaktor SF ist definiert als das Verhältnis des Betrags des negativen Eingangswiderstands zum maximalen Resonanzwiderstand des Quarzes bzw. Keramikresonators.

Wie lässt sich unter diesen Rahmenbedingungen eine betriebssichere Beschaltung gewährleisten? Neubig nennt zur Veranschaulichung ein Beispiel – ausgehend von der genannten »Pierce«-Schaltung, die bei den meisten On-Chip-Oszillatorstufen zum Einsatz kommt: »Trennt man den Quarz bzw. Resonator von der

übrigen Schaltung ab, dann wird klar, dass die Verstärkerstufe – zusammen mit den externen Bauelementen – zwischen den beiden Anschlüssen einen negativen Eingangswiderstand anbieten muss, der größer ist als der Verlustwiderstand des Quarzes in seinem Arbeitspunkt. Nur dann wird es zu einer dauerhaften Schwingung kommen.« Der negative Eingangswiderstand zwischen den Anschlüssen lässt sich messtechnisch ermitteln; den maximal zulässigen Resonanzwiderstand entnimmt man dem Datenblatt des Herstellers des Quarzes.

Das gleiche Verfahren ist auch auf andere Oszillatorschaltungen übertragbar. Bei Keramikresonatoren mit integrierten Kondensatoren müssen diese Elemente bei der Ermittlung des negativen Eingangswiderstands mit berücksichtigt werden. Bei der messtechnischen Bestimmung des negativen Eingangswiderstands ist zu beachten, dass bei der Prüfung des Anschwingens die Oszillatorschaltung nicht durch den Tastkopf verstört wird.

Ein zweites wesentliches Kriterium für ein zuverlässiges Arbeiten der Oszillatorstufe ist die elektrische Belastung des Quarzes bzw. Resonators, der HF-Strom bzw. die umgesetzte Verlustleistung. Laut Neubig sei es dabei wichtig, zu beachten: Unter »Maximalbelastung« ist bei piezoelektrischen Bauelementen etwas anderes zu verstehen als bei Widerständen oder Halbleitern.«

Es ginge dabei nicht um die Grenze der thermischen Belastbarkeit, sondern um einen Grenzwert, bis zu dem der Quarz oder der Resonator noch im linearen Bereich arbeitet, d.h. die mechanische Schwingung noch sauber sinusförmig ist. »Wird dieser lineare Bereich deutlich überschrit-

ten, ergeben sich mechanische Überlastungen, die über kurz oder lang zu mechanischen Beschädigungen des Schwingers führen können«, so Neubig. Im Datenblatt des Quarzes oder Resonators sei hierzu meist ein Grenzwert oder ein typischer Wert angegeben. »Leider können diese Angaben nicht immer ganz wörtlich genommen werden, weil sie unter Umständen aus anderen Datenblättern einfach übernommen wurden«, sagt Neubig, er will jedoch nicht verallgemeinern: »Bei den seriösen Herstellern kann man sich auf die Datenblattangaben aber verlassen.«

Doch zurück zur Belastung. Grundsätzlich gilt: Der zulässige HF-Strom ist umso kleiner, je höher die Güte, je höher die Frequenz und je kleiner die Quarzscheibe ist. Deshalb sind insbesondere die kleinen SMD-Quarze sehr empfindlich gegenüber Überlastungen, ebenso auch die 32.768-kHz-Stimmgabelquarze (Uhrenquarze). Keramikresonatoren sind laut Neubig etwas unempfindlicher, »aber auch bei diesen muss sichergestellt werden, dass eine Überlastung vermieden wird«. Der Quarzstrom wird entweder mit Hilfe einer HF-Stromsonde gemessen, oder – schwieriger – aus Spannungsverhältnissen im Rückkopplungszweig rechnerisch ermittelt.

Schließlich kann für zeitkritische Anwendungen die Anschwingzeit ein wesentliches Kriterium für die Betriebssicherheit darstellen. Neubig: »Ein großer Sicherheitsfaktor SF verkürzt in der Regel die Anschwingzeit.« Schwingquarze mit ihrer hohen Güte benötigen physikalisch bedingt eine längere Anschwingzeit als Keramikresonatoren.

Neubig zieht das Fazit: »Eine ausreichende Betriebssicherheit der Oszillatorstufe eines Mikroprozessors oder Controllers ist nicht automatisch gegeben, wenn man die im IC-Datenblatt vorgeschlagenen Kondensatoren in Kombination mit einem 'beliebigen' Quarz oder Resonator einbaut.« Für zuverlässige Anwen-



Bernd Neubig, Axtal Consulting

» Die Datenblätter der Prozessoren oder Controller liefern in vielen Fällen nur sehr dürftige Informationen über die Bauelementwerte. «

dungen, insbesondere im Kfz- und Sicherheitsbereich, sei es deshalb dringend geboten, die Einhaltung eines ausreichenden Sicherheitsfaktors und einer »vernünftigen« Quarzbelastung durch entsprechende Messungen abzusichern. Namhafte Kfz-Hersteller gingen bereits mehr und mehr dazu über, von ihren Lieferanten einen entsprechenden Nachweis zu fordern.

Da diese Messungen zum Teil eine besondere Messgeräteausstattung und auf jeden Fall die entsprechende Fachkenntnis über Hochfrequenz und Oszillatoren voraussetzen, ist es sinnvoll, die Verifikation der Betriebssicherheit einem Spezialisten zu überlassen.

Axtal bietet Test als Dienstleistung

Axtal Consulting bietet diese Prüfungen als Dienstleistung an. Neubig: »Unsere Dienste werden inzwischen nicht nur zur Fehleranalyse im Fall von Ausfällen in Anspruch genommen, sondern immer häufiger prophylaktisch bereits in der Designphase.« Zur Vertiefung des Verständnisses über Schwingquarze, Resonatoren und Oszillatoren veranstaltet Axtal außerdem ganztägige Schulungsseminare. Das nächste »Quarzseminar« findet am 6. März 2008 in Hamburg statt. Mehr dazu unter: www.axtal-consulting.com. (su)