

Oszillatoren mit programmierbaren Funktionen, Teil 4 Quarz oder Oszillator?



Kaltstartfehler, Oszillatorschaltung Probleme von nicht übereinstimmenden Quarzen oder Fehler die sich während des EMI-Tests festgestellt haben. Diese Probleme verursachen nicht einbezogene Engineering-Kosten während der Entwicklung und können kostspielige Qualitätsprobleme verursachen. Eine Verzögerung des daraus resultierenden Produktionsstarts kann zu kostspieligen, verlorenen Gelegenheiten führen. In drei Situationen kamen Kunden zu SiTime, um ihre Gesamtbetriebskosten zu senken, wenn sie Bedenken hinsichtlich des Kristalldesigns haben.

et einen Resonator- und einen Oszillator-IC in einem Gehäuse. Bei SiTime-Oszillatoren basiert der Resonator anstelle des herkömmlichen Quarzkristalls auf der Silizium-MEMS-Technologie (Micro Electro Mechanical Systems) auf. Diese Architektur ermöglicht robuste Plug&Play-Timing-Produkte, die flexibel und sehr einfach in ein System zu integrieren sind.

Wissen Sie, wann Sie einen Quarz oder einen Oszillator verwenden müssen? Die falsche Antwort kann Sie Zeit und Geld kosten. In drei Szenarien werden hier die Entwicklungsprobleme und der Schwellenwert für die Verwendung eines Oszillators gegenüber einem Quarz untersucht.

Haben Sie jemals über die tatsächlichen Kosten für die Verwendung eines Quarzes im Vergleich zu einem MEMS-Oszillator nachgedacht? Diese Frage steht möglicherweise nicht im Vordergrund Ihres Auswahlprozesses, wenn der Preis für Quarze – zumindest oberflächlich – so günstig zu sein scheint. Obwohl die Kosten für Quarzbauelemente im Allgemeinen niedriger sind, sieht das Bild nach der Berechnung der Gesamtkosten für das Design ganz anders aus.

Bei SiTime kennt man vielen Kunden, die anrufen, wenn sie Quarz-Design-Probleme wie

Aber lassen Sie uns zuerst die Grundlagen kurz behandeln! Was ist der Unterschied zwischen einem Quarz (XTAL) und einem Oszillator (XO)? Ein reiner Quarz (manchmal auch als Resonator bezeichnet) ist ein passives Bauelement das auf seinen spezifizierten Mittenfrequenz schwing, dafür aber mit einem SoC, ein Mikrocontroller oder ein Prozessor mit Schwingkreis im Chip verbunden werden muss. Erst die komplette Beschaltung ergibt die Taktung/Zeitsteuerung. (Bild 1)

Der rechts abgebildete Oszillator ist eine integrierte Taktsteuerlösung. Diese beinhaltet

Gesamtkostenbetrachtung

Des Design mit Oszillatoren ist einfacher umzusetzen, da sie Funktionen und Merkmale enthalten, die häufig auftretende und oft schwierige Probleme beim Timing-Design lösen, wie in den folgenden Fällen dargestellt. Diese Beispiele basieren auf Preisen für XTALs und XOs mit derselben Ausgangsfrequenz, Frequenzstabilität und Gehäusegröße. Zum Preis der Timing-Komponente kommen die Kosten für Engineering-Arbeitsstunden (basierend auf 50 USD pro Stunde) hinzu, die zur Behebung des Problems erforderlich sind.

Jeder Fall ist anders gestrickt und mag einen unterschiedlichen Schwellenwert der Kosten haben, abhängig von Produktionsvolumen und der Enginee-

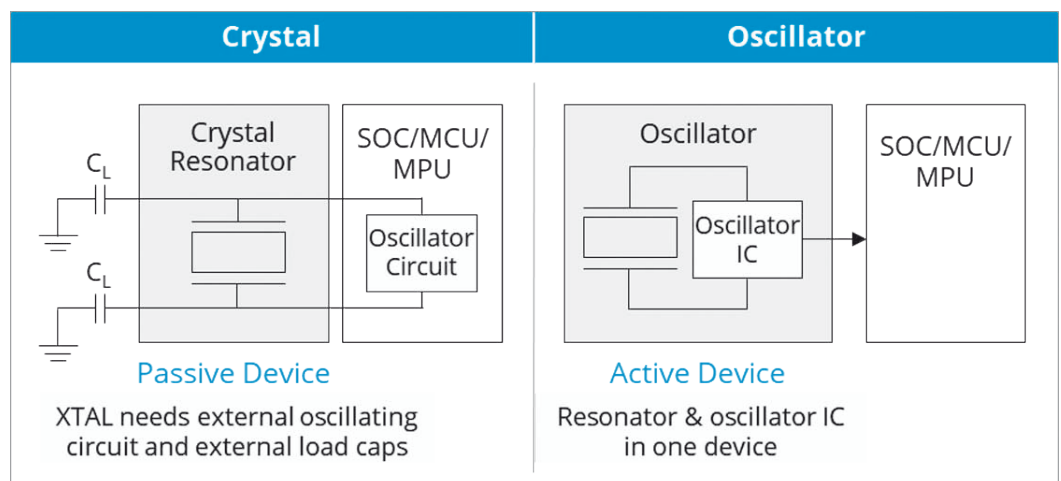


Bild 1: Erst die komplette Beschaltung ergibt die Taktung/Zeitsteuerung

von Robin Ash
Co.-Autor und Übersetzer:
Dipl.-Ing. (FH) Axel Gensler
Senior Product Manager im
Bereich Radio Frequency &
Components bei Endrich

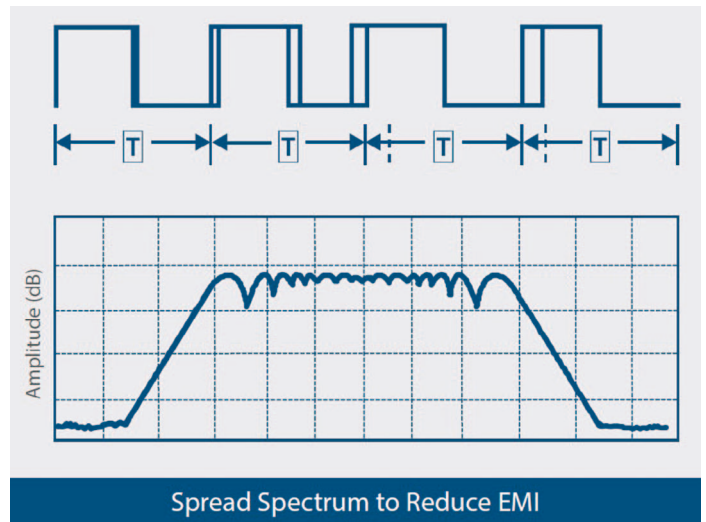
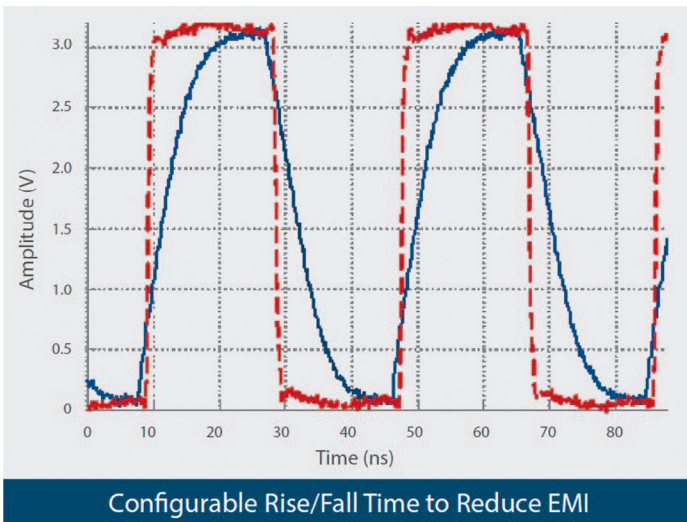


Bild 2: FlexEdge ist eine programmierbare Funktion zum Anpassen der Anstiegs-/Abfallzeit des Taktsignals, um die EMI zu senken

ring-Zeit. Es überrascht nicht, dass die Kosten für das Design mit einem Quarz niedriger sind, wenn die Mengen entsprechend hoch sind und die Designkosten durch die großen Stückzahlen amortisiert werden. Umgekehrt sind die Kosten für die Verwendung eines Oszillators geringer, wenn die Mengen geringer sind. Aber die Geschichte hat noch mehr zu bieten.

Was in den folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt wird, sind die Opportunitätskosten aufgrund von Verzögerungen beim Projektdesign, die in einigen Märkten enorm sein können. In einigen Fällen fallen zusätzliche Kosten für externe Services und Tests an, die ebenfalls erheblich zu Buche schlagen können. Hinzu kommen weitere Nachteile wie die Kosten für zusätzliche Materialien/Komponenten für das erneute „Layout“ der Platine, die Kosten für die mit benötigten Lastkapazitäten für die Quarzschaltung und der zusätzliche Platzbedarf durch den nötigen Einsatz von externen Anpassungsbaulementen (Kapazitäten, Widerstände). Der Einfachheit halber haben wir in den folgenden Beispielen NUR die Kosten für die Timing-Komponente und die Engineering-Zeit zur Behebung des Quarzproblems angegeben. Die drei Tabellen spiegeln die Kostensituation der folgenden drei Beispiele wider.

1. Kosten vom Quarzdesign vs. Oszillator – Kaltstartfehler (Anschwingverhalten)

Im Gegensatz zu Quarz haben MEMS-Oszillatoren keine Startprobleme. In diesem Fall waren 15 Stunden Entwicklungsarbeit erforderlich, um das Problem des Kristallstarts (Anschwingen des Oszillatorschaltungsdesigns) zu beheben. Hier wird mit einer relativ schnellen Lösung der Kostenvorteil eines MEMS-Oszillators bei einem Produktionsvolumen von etwa 2800 Einheiten oder weniger deutlich.

3. Kosten für Quarz vs. Oszillator – Fehler bei der Einhaltung der EMI

Der Takt der durch die Oszillatorschaltung erzeugt wird trägt häufig am meisten zur elektromagnetischen Interferenz (EMI) in einem System bei und kann dazu führen, dass ein Prototyp die Konformitätstests nicht besteht. SiTime-MEMS-Oszillatoren bieten mehrere Techniken zur schnellen und einfachen Reduzierung von EMI. Eine solche Technik ist das Spreizspektrumtakt (Spread Spectrum Oscillators). Eine weitere Funktion ist FlexEdge, eine programmierbare Funktion zum Anpassen der Anstiegs-/Abfallzeit (Anstiegsgeschwindigkeit) des Taktsignals, um die EMI zu senken.

2. Kosten für Quarz vs. Oszillator – Nicht übereinstimmender Quarz führt zum Ausfall des Oszillators

Da es sich bei Oszillatoren um eine integrierte Lösung handelt (die Resonator- und Oszillator-IC in einem Gehäuse kombiniert), werden Abstimmungsfehler vermieden. Entwickler müssen sich keine Gedanken über Spezifikationsparameter wie Quarzimpedanz, Resonanzmodi, Drive Level, negativer Oszillatorwiderstand usw. machen. In diesem Fall sind 40 Stunden Entwicklungsarbeit erforderlich, um ein Miss-Matchingproblem zu beheben. Die Kosten für die Verwendung eines Oszillators machen sich bei etwa 8000 Einheiten oder weniger bezahlt.

Das diskrete Oszillatorschaltungs-Design mit einem Quarz hingegen hat diese Merkmale nicht. Wenn Designer eine Abschirmung verwenden oder einen Spreizspektrum-Taktgenerator-IC mit ihrem Quarz hinzufügen müssen, erhöht dies die Kosten und der benötigte Platz auf der Platine. Das Anmieten einer schalltoten Messkammer für zusätzliche Tests könnte weitere 3000 USD kosten. Die Neukonstruktion der Platine und der erneute Test können bis zu 50 h Entwicklungszeit in Anspruch nehmen, was die Verwendung eines MEMS-Oszillators mit einem Volumen von bis zu 11.000 Einheiten vorteilhafter macht. Und dies schließt die oben genannten zusätzlichen Material- und Prüfstandskosten nicht ein.

Fazit: Einsparungen auf ganzer Linie

Dem nicht aber genug. Neben den direkten Kosten gibt es noch andere Faktoren, die sich auf die Kosten auswirken. Beispielsweise können Oszillatoren mehrere Lasten ansteuern. Dies bedeutet, dass ein Oszillator mehrere Quarze ersetzen kann, die nur ein Signal für ein Gerät liefern können.

Darüber hinaus basieren SiTime-MEMS-Oszillatoren auf einer programmierbaren Architektur und sind damit in jeder Frequenz-, Stabilitäts- und Spannungsbereich problemlos verfügbar. Dies bietet Designern eine große Flexibilität bei der Optimierung ihres Designs. Tatsächlich können SiTime-Oszillatoren-Rohlinge mit der Time Machine II sogar in ihrem eigenen Labor einmalig programmiert werden.

Durch die Programmierbarkeit können auch die Kosten für die Qualifizierung gesenkt werden, wenn Spezifikationsänderungen erforderlich sind. Dieser zeitsparende Vorteil ist möglich, weil ein MEMS-Oszillator (vor dem Programmieren) Millionen von Teilenummern und Spezifikationskombinationen erzeugen kann - alle mit demselben Basisteil.

Vielleicht liegt eine der größten indirekten Einsparungen in der höheren Zuverlässigkeit und

Quarze und Oszillatoren

Produktionsstückzahlen (Einheiten)	Quarzbauteilekosten (pro Stück)1	Zusätzlichen Ingenieurstunden für das Quarzdesign (pro Leiterkarte) 2	Ingenieurstunden für das Quarzdesign (pro Leiterkarte)	MEMS Oszillatorkosten (pro Stück)1	Kosteneinsparung mit dem Oszillatordesign (pro Leiterkarte)3
100	\$ 0.510	\$ 7.50	\$ 8.01	\$ 0.930	\$ 7.08
1.000	\$ 0.403	\$ 0.75	\$ 1.15	\$ 0.669	\$ 0.48
3.000	\$ 0.403	\$ 0.25	\$ 0,62	\$ 0.646	-\$ 0.03

Produktionsstückzahlen (Einheiten)	Quarzbauteilekosten (pro Stück)1	Zusätzlichen Ingenieurstunden für das Quarzdesign (pro Leiterkarte) 2	Ingenieurstunden für das Quarzdesign (pro Leiterkarte)	MEMs Oszillatorkosten (pro Stück)1	Kosteneinsparung mit dem Oszillatordesign (pro Leiterkarte)3
100	\$ 0.450	\$ 20.50	\$ 20.45	\$ 0.930	\$ 19.52
1.000	\$ 0.400	\$ 2.00	\$ 2.40	\$ 0.669	\$ 1.73
3.000	\$ 0.366	\$ 0.67	\$ 1.03	\$ 0.646	\$ 0.39
5.000	\$ 0.366	\$ 0.25	\$ 0,77	\$ 0.612	\$ 0.15

Produktionsstückzahlen (Einheiten)	Quarzbauteilekosten (pro Stück)1	Zusätzlichen Ingenieurstunden für das Quarzdesign (pro Leiterkarte) 2	Ingenieurstunden für das Quarzdesign (pro Leiterkarte)	MEMs Oszillatorkosten (pro Stück)1	Kosteneinsparung mit dem Oszillatordesign (pro Leiterkarte)3
100	\$ 0.450	\$ 25.50	\$ 25.45	\$ 0.930	\$ 19.52
1.000	\$ 0.400	\$ 2.50	\$ 2.90	\$ 0.669	\$ 1.73
3.000	\$ 0.366	\$ 0.83	\$ 1.20	\$ 0.646	\$ 0.39
5.000	\$ 0.366	\$ 0.50	\$ 0,87	\$ 0.612	\$ 0.15
10.000	\$ 0.354	\$ 0.25	\$ 0,60	\$ 0.590	\$ 0.0

Qualität. SiTime MEMS-Oszillatoren sind mit über 1 Milliarde Stunden MTBF (Mean Time Between Failure) zuverlässiger als typische Quarzgeräte mit etwa 25 Millionen MTBF. Und die SiTime Bauelemente liefern eine Qualitätskennzahl von weniger als 2 DPPM, was etwa 30-mal besser ist als bei Quarzen. Darüber hinaus haben SiTime MEMS-Oszillatoren im Vergleich zu Quarzkristallen eine viel bessere Beständigkeit gegen Schock und Vibrationen.

Die höheren Ausfallraten von Quarzen können die Kosten in vielerlei Hinsicht erhöhen, z. B.

die zusätzlichen Ressourcenkosten für die Ursachenanalyse oder zusätzliche Service- und Ersatzkosten. Darüber hinaus kann der Schaden, den Qualitätsprobleme dem Ruf eines Unternehmens zufügen, eine enorme und dauerhafte negative Auswirkung auf das Unternehmensergebnis haben.

Die Verwendung eines Oszillators anstelle eines Quarzes kann die Kosten in vielerlei Hinsicht senken. Wenn die Beschaffung auf die Senkung der Komponentenkosten ausgerichtet ist, denken Sie daran, dass ein Blick auf das Gesamtbild langfri-

stig letztendlich Kosten spart. Um mehr über die Vorteile von Oszillatoren zu erfahren, lesen Sie unser Whitepaper: Die acht wichtigsten Gründe für die Verwendung eines Oszillators anstelle eines Kristallresonators.

[1] Basierend auf den Preisen vom Q4/2019 für Oszillatoren und Quarze mit ähnlichen Spezifikationen:

a) Sitime MEMS Oszillator SIT1602BI-21-XXE-25.000000D-ND mit 25 MHz Frequenzgang, ± 20 ppm Frequenzstabilität, Gehäuse 3,2

x 2,5 x 0,75 mm, Betriebstemperatur -40 bis 85 ° C.

b) SMD3225-Quarz mit 25 MHz Mittenfrequenz, ± 20 ppm Frequenzstabilität und ± 10 ppm Frequenztoleranz, Gehäuse 3,2 x 2,5 x 0,75 mm, Betriebstemperatur -40 bis 85 ° C.

[2] Basierend auf 50 USD pro Arbeitsstunde.

[3] Unterschied in den Kosten zwischen der Verwendung eines Oszillators im Vergleich zu einem Kristall mit zusätzlicher Entwicklungszeit. ◀

Zusätzliche Vorteile und Kosteneinsparungen MEMS Oszillatoren verglichen mit dem Quarz Desig

Oszillator kann mehrere Lasten (ICs) ansteuern	Reduziert Bauteilekosten und Platz auf der Leiterkarte
Keine Lastkapazitäten nötig	Reduziert Zeit und Kosten im Design und für die Qualifizierung
Programmierbar	Reduziert Design- und Qualifizierungszeit
Höher Qualität und Zuverlässigkeit	<2 DPPM / < 1B MTMF, 30 x Besser
Höhere Schock Resistenz	30 x Besser
Größere Vibrations-Resistenz	4 x Besser