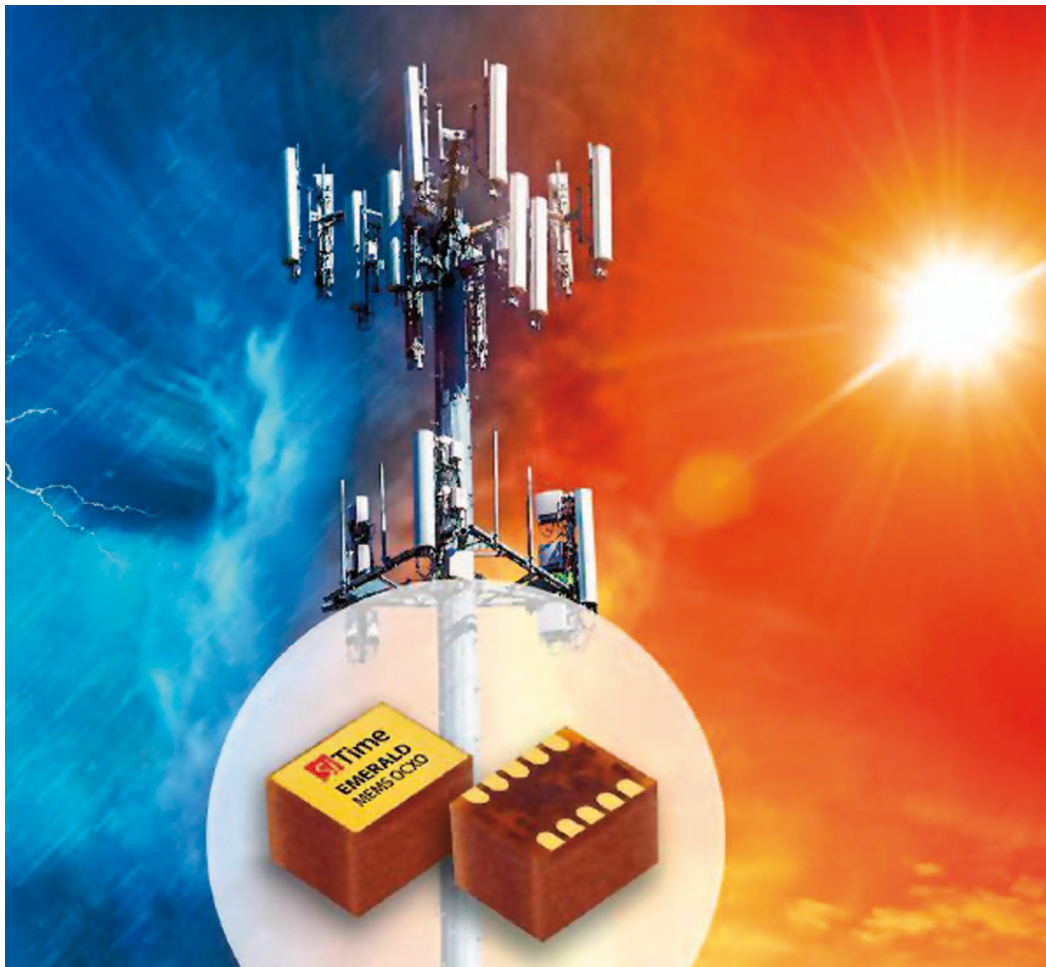


Silizium-MEMS als Taktgenerator und Zeitreferenz

Takt-Quarzoszillatoren werden mehr und mehr von MEMS-Oszillatoren verdrängt. Warum bringen diese Vorteile und was sollte man bei ihrem Einsatz beachten?



MEMS steht für „mikroelektromechanisches System“ (Micro-Electro-Mechanical System). Ein MEMS-Oszillator besteht aus einem CMOS-Chip mit Versorgungsschaltkreis, der für eine dauerhaft stabile mechanische Schwingung des MEMS-Resonators sorgt. Der CMOS-Chip ist im Wesentlichen eine PLL, mit der sich die Frequenz im

Bereich von z.B. 200 kHz bis 1 GHz programmieren lässt, und zwar mit einer Genauigkeit bis auf die sechste Dezimalstelle.

Pluspunkte

Die wichtigsten sechs Gründe, Silizium-MEMS-Timing-Lösungen statt Quarzoszillatoren als Zeitreferenz zu nutzen, sind lt. [1]:

• höhere Leistungsfähigkeit

MEMS-Oszillatoren unterliegen nicht den Grenzen von Quarzoszillatoren bei Genauigkeit, maximal möglicher Grundwellenfrequenz und Jitter, da sie eine programmierbare analoge Architektur verwenden. Besonders bei hohen Frequenzen sind Quarzoszillatoren ungenauer.

• bessere Funktionalität

Im Gegensatz zu Herstellern von Quarzen und Quarzoszillatoren

folgen Silizium-MEMS-Timing-Unternehmen dem Halbleitermodell und haben umfangreiches Knowhow sowohl in der Gestaltung von MEMS-Resonatoren als auch im analogen Oszillatorschaltungs-Design. Diese Kompetenz auf beiden Gebieten ermöglicht Funktionen, die von Quarzoszillatoren nicht geboten werden. Zu den MEMS-Timing-Funktionen gehören beispielsweise eine anpassbare Frequenz von 1 Hz bis 625 MHz mit bis zu sechs Dezimalstellen Genauigkeit, Spread-Spectrum-EMI-Reduktion, programmierbare Treiber-Ausgangssignalform, Betriebsspannung ab 1,2 V sowie programmierbarer Ziehbereich bis ± 1600 ppm bei VCXOs, VCTCXOs und DCXOs.

• höhere Zuverlässigkeit

Silizium-MEMS-Timing-Lösungen haben eine FIT-Rate

Testergebnisse

von SiTime-MEMS-Oszillatoren gegenüber quarzbasierten Oszillatoren

- 54-mal bessere elektromagnetische Störfestigkeit (EMI)
- dreifach bessere Versorgungs-Rauschunterdrückung (PSNR, Peak Signal-to-Noise Ratio)
- bis zu 30-mal bessere Vibrationsfestigkeit
- bis zu 25-mal bessere Stoßfestigkeit

Diese Vorteile ergeben sich aus Größe und Struktur der Resonatoren.

(Failure in Time) von maximal 2, was als 500 Mio. h MTBF gedeutet werden kann. Damit sind sie etwa 15-mal besser als typische Quarzlösungen.

- **bessere Verfügbarkeit**

Silizium-MEMS-Timing-Bauelemente werden in Halbleiterfabriken und Verpackungsunternehmen hergestellt und liegen dort in unprogrammierter Form (Chips auf Wafern) meist auf Lager. So kann schnellstmöglich geliefert werden.

- **günstigere Preise**

Die Herstellung von MEMS-Bauelementen aus reinem Silizium sowie die Verpackung in ein kostenminimiertes Standard-Kunststoffgehäuse führen zu einer nennenswerten Kostenreduzierung.

- **SoC-Integration**

MEMS-Resonatoren lassen sich direkt in das Chip-Design des Kunden integrieren (System on a Chip, SoC).

Man muss nicht lange suchen, um noch weitere Vorzüge zu finden. Beispielsweise sind MEMS-Oszillatoren in einer Vielzahl von Industriestandard-SMD-Gehäusen lieferbar und somit optimal als Ersatz für Quarzoszillatoren geeignet. Im Gegensatz zu Quarzoszillatoren reagieren MEMS-Timing-Lösungen sehr verhalten auf Schock und Vibration. Und last not least gewährleisten ihre richtige Verpackung und ihr korrektes Schaltungs-Design eine höhere Immunität gegen elektrische Störungen als sie Quarzoszillatoren besitzen.

Tipps für Anwender

Wer beim Einkauf auf einen Spezial-Distributor setzt, dem steht nicht nur ein großes Sortiment von Bauteilen verschiedener Hersteller zur Verfügung, sondern auch das dazugehörige Knowhow.

Bei MEMS-Oszillatoren lassen sich, aufgrund ihrer programmierbaren Architektur, die meisten Funktionen mit einem Programmierer wie SiTime Time

Machine II anpassen. Damit hat der Anwender eine sehr hohe Flexibilität und kann in kurzer Zeit Frequenz, Stabilität und Versorgungsspannung festlegen.

Unter dem Begriff „Instant-Oszillatoren“ vermarktet Endrich Bauelemente seinen MEMS-Oszillator-Programmier-Service, den der Spezial-Distributor inhouse durchführt. So werden aus Oszillator-Rohlingen in kurzer Zeit kundenspezifische Lösungen. „Bei Auftragserteilung durch den Kunden werden CMOS- und MEMS-Dies verpackt, geprüft, programmiert, gegurtet und binnen kurzer Zeit versendet. ... Durch das MEMS-Oszillator-Programmierzentrum sind bis zu 3000 Stück einer Standardserie kurzfristig – innerhalb einer Woche – verfügbar.“ [2]

Grundsätzlich sind die Stabilität der Taktfrequenz und eine gute Signalqualität die wichtigsten Design-Ziele. Für eine möglichst hohe Zuverlässigkeit, eine geringe Induktivität der Anschlussleitungen, ein gutes thermisches Betriebsverhalten und eine flexible Gestaltbarkeit der Kontaktflächen setzt die Firma SiTime QFN-Kunststoff-Spritzguss-Gehäuse ein. Entscheidet man sich für solch ein Modell, kann man die 0,75 bzw. 0,9 mm flachen Bauelemente ohne Anpassungen in bestehende Leiterplatten-Layouts integrieren.

Es ist wichtig, sich am aktuellen Stand der Technik zu orientieren, die Entwicklung ist im Fluss: „Neuste Innovationen kommen insbesondere aus dem Bereich μ Power-MEMS-Oszillatoren mit Ausgangsfrequenzen zwischen 1 und 26 MHz, die z.B. für den Wearable-, den IoT- oder Mobil-Markt Vorteile bieten. Besonders interessant ist eine neue Lösung von SiTime: der SiT8021 nimmt 90% weniger Leistung auf, ist um 40% kleiner und wiegt 70% weniger als herkömmliche Quarzoszillatoren. Mit einer Stromaufnahme von 60 μ A (3,072 MHz, no load) liegt er um 90% unter den quarzbasierenden Produkten und all das

in einem extrem kleinen CSP-Gehäuse (1,5 x 0,8 mm).“ [3]

KDS hat eine neue MEMS-Struktur entwickelt, die eine noch höhere Leistung aufweist. Sie verwendet eine duale MEMS-Technologie, enthält also zwei Resonatoren: einen neuen MEMS-Resonator, der widerstandsfähiger gegenüber Schwingungen und Erschütterungen als ein Quarz ist, und einen Resonator, der die Temperatur erfasst, was eine bessere und schnellere Kompensation sicherstellt. Das eröffnet vielfältige Anwendungen, bei denen hohe Qualitätsanforderungen bestehen. „Die neue KDS-Bauweise ermöglicht zudem extrem jitterarme differenzielle Oszillatoren. Diese differenziellen Oszillatoren wurden für den Hochgeschwindigkeits-Datenverkehr wie 10G-, 40G- und 100G-Ethernet konzipiert, der nach Frequenzen über 100 MHz verlangt. Diese Anwendung erfordert einen differenziellen Output, bei dem Signale, die exakt entgegengesetzte Phase aufweisen, um Gleichtakt-Störspannung zu vermeiden und eine hohe Systemperformance zu gewährleisten.“ [4]

MEMS für die 5G-Infrastruktur

„Mit der Emerald-Plattform von SiTime können die Betreiber 5G-Geräte unter rauen Umwelteinflüssen einsetzen und zuverlässig missionskritische Dienste bereitstellen. ... Die Emerald-Plattform von SiTime ist laut Vashist der erste thermisch kontrollierte MEMS-Oszillator (OCXO) in der Branche. OCXOs sind in ihrer Leistung beim Timing unübertroffen. Sie sind kritische Komponenten für den zuverlässigen Betrieb aller Kommunikationsnetze. Quarzbasierte OCXOs reagieren jedoch äußerst empfindlich auf Störungen aus der Umgebung, wie Vibrationen, Temperaturänderungen und Vibrationen. Sie können die Leistung des Netzwerks beeinträchtigen, die Verfügbarkeit verringern und missionskritische Dienste wie Fahrerassistenzsysteme (ADAS) stören. Die Eme-

rald-OCXOs von SiTime lösen diese Probleme.“ [5]

Denn wegen der Empfindlichkeit herkömmlicher Quarz-OCXOs mussten die Kunden zahlreiche Vorkehrungen treffen, um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten. Eines der größten Probleme war die Position der Leiterplatte mit dem OCXO. Sie muss so weit wie möglich von Störfaktoren wie Temperatursprüngen durch Hitze und Luftströme entfernt angeordnet werden. Das verkompliziert das Routing und schafft Probleme bei der Signalintegrität. Emerald-MEMS-OCXOs vermeiden all diese Probleme. Sie vereinfachen die Entwicklung, verkürzen die Entwicklungszeit, sorgen für eine schnellere Profitabilität und verbessern gleichzeitig die Systemleistung.

Muster der Emerald-MEMS-OCXOs SiT5711/12 sind für ausgewählte Kunden ab sofort verfügbar. Produktionsmengen werden ab dem zweiten Quartal 2019 verfügbar sein, etwa bei Katalog-Distributoren wie Digi-Key. **FS**

Quellen:

[1] Axel Gensler, Dr. Aaron Partridge, Thomas Kuther: Sechs Gründe, warum Sie auf Silizium-MEMS als Zeitreferenz setzen sollten, „Elektronikpraxis“ 5/2016

[2] Karin Zühlke: Instant-Oszillatoren - Kundenspezifische MEMS-Oszillatoren in einer Woche, elektroniknet 19.10.2017

[3] Fa. Endrich: Moderne Frequenzquellen - Warum MEMS-Oszillatoren den Markt der Zukunft bestimmen werden, Einkaufsführer 2017/2018 hf-praxis

[4] Yasunobu Ikuno: Mit MEMS-Oszillatoren gehen Taktgeber einen Schritt weiter, 26.10.2017, www.industr.com/de

[5] Thomas Kuther: MEMS-Oszillator löst Timing-Probleme bei 5G-Anwendungen, 6.11.18, www.elektronikpraxis.vogel.de