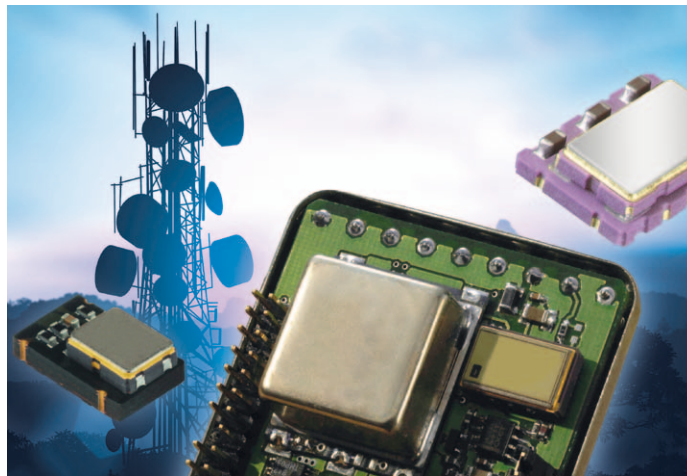


Oszillatoren für Small-Cell-Anwendungen

Der überproportional wachsende Bedarf an kleinen Funkzellen in der Mobilfunkkommunikation verlangt nach Oszillatorlösungen, die in puncto Leistung, Effizienz und Kosten optimiert sind.



Technologische Fortschritte haben sowohl bei OCXOs („Quarzöfen“ oder temperaturstabilisierte Quarzoszillatoren) als auch bei VC-TCXOs (temperaturkompensierte, spannungsgesteuerte Quarzoszillatoren) zu Verbesserungen geführt, die die früheren Grenzen zwischen diesen beiden Typen verschwimmen lassen. Durch die technologisch erzielten Verbesserungen in der Funktionalität, wird es für viele Entwickler zunehmend schwieriger herauszufinden, welche Oszillortechnik für eine bestimmte Anwendung optimal geeignet ist.

Dieser Beitrag informiert den Entwickler über die verbesserten Leistungsmerkmale der aktuellen VC-TCXO-2-Generation, auch im Vergleich zur

OCXO-Technologie. Die hier dargestellten Informationen beziehen sich auf handelsübliche, serienmäßig produzierte OCXOs und VC-TCXOs für Drahtlos-Anwendungen. Dabei variieren die genauen Werte je nach Anbieter, die allgemeinen Tendenzen und ungefähren Größenordnungen dürften jedoch vergleichbar sein.

Die VC-TCXO-Technologie

Ein VC-TCXO ist ein spannungsgesteuerter und temperaturkompensierter Quarzoszillator, bei dem eine Korrekturspannung an den Spannungsregler-Pin gelegt wird. Diese Korrektur- oder Kompensationsspannung ändert sich temperaturabhängig, um die Frequenz wieder

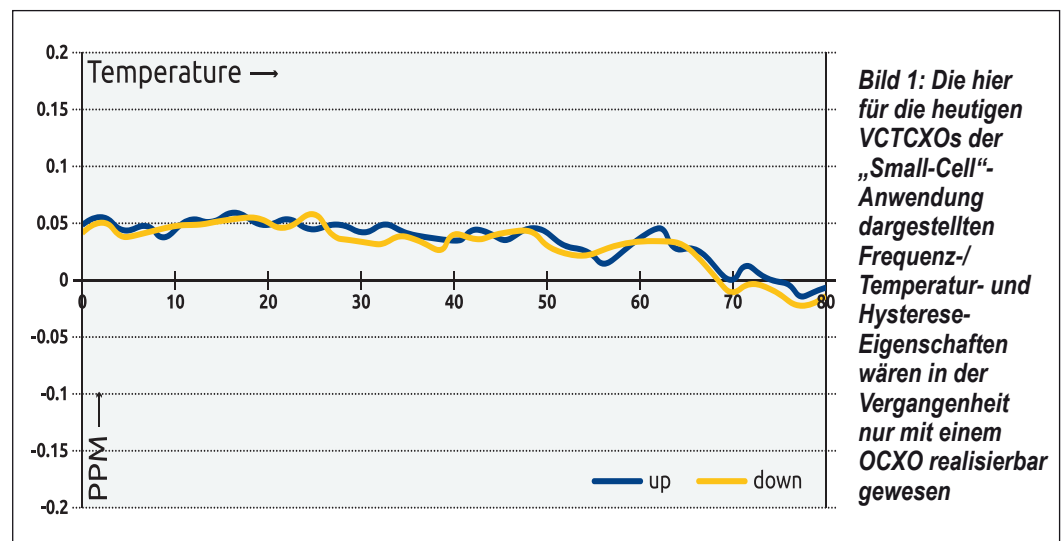
auf die Nennfrequenz zu bringen. Alle mit dem Quarz selbst zusammenhängenden Faktoren können jedoch nicht korrigiert werden und überlagern die resultierende Frequenz-Temperatur-Kurve, was Design und Herstellung des Quarzes zu einem schwierigen und kritischen Teil des VC-TCXO-Einsatzes macht.

Für die meisten VC-TCXOs wird eine Spannungsregelung benötigt, die eine exakte Einstellung der Frequenz und eine wegen der Langzeitalterung erforderliche Justierung ermöglicht. Zudem muss die Regelungsfunktion in der Lage sein, eine Phasensynchronisierung zwischen dem Bauteil und anderen Quellen vorzunehmen. Diese Funktion wird durch eine Justierung der Lastkapazität für den Quarz realisiert. Die Möglichkeit einer Spannungsregelung wird für die meisten Funk-Anwendungen als finale Feinjustierung benötigt.

Die genauen VC-TCXO-Spezifikationen sind von einem Hersteller zum anderen wie erwähnt häufig etwas unterschiedlich. Im Allgemeinen benötigen sogenannte „Small Cells“ eine Stabilität von $\pm 0.1 \text{ ppm}$ über einen spezifizierten Temperaturbereich. Zu den gängigen Spezifikationen gehören 0 bis 80°C bei $\pm 5 \text{ ppm}$ Ziehbarkeit für die Spannungsregelungs-Funktion. Erst in den letzten Jahren hat sich



Autor:
Gerd Reinhold
Produktmarketing FCP bei der
WIDI AG
www.wdi.ag/de



Merkmale	VCTCXO	OCXO
Stromaufnahme	1 bis 3 mA (typisch)	250 bis 400 mA beim Start, 70 bis 165 mA @ 25°
Größe	3.2 x 5 mm oder kleiner (typisch)	9 x 14 mm oder größer (typisch)
Relative Kosten	geringer	höher
Stabilisationszeit	0,1 bis 2 s	30 s bis 4 Min.
VCC	1.8 V bis 5 V verfügbar	3.3 V und 5 V verfügbar
Empfindlichkeit gegenüber anderen Quarzmoden	höher (Quarz über gesamten Temperaturbereich angeregt)	geringer (Quarz über engen Temperaturbereich angeregt)
Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen durch EFC/Spannungsregelung	gering	gering
Langzeitstabilität (Alterung)	ähnlich	ähnlich
Mechanische Komplexität	einfach (IC, Quarz)	komplex (IC, Quarz, Ofen, Controller)
Phasenrauschen	ähnlich bei Grundfrequenz, Oberton normalerweise nicht verwendet	ähnlich bei Grundfrequenz, besser bei Oberton
EFC/Spannungsregelung	± 4 bis ± 8ppm	± 4 bis ± 8ppm

Tabelle 1. Vergleich der Merkmale von OCXOs und VCTCXOs für „Small-Cell“-Anwendungen

die Quarztechnologie so weit verbessert, dass eine zuverlässige Kompensation auf diesem Niveau erreicht werden konnte. Bei der Herstellung solcher Quarze sind diverse technische Aspekte zu berücksichtigen. Die produzierten Quarze für einen VC-TCXO müssen störungsfrei sein und sehr geringe Alterungseigenschaften sowie eine geringe Hysterese aufweisen.

In Bezug auf den Temperatureingang der Frequenz und die Hysterese-Eigenschaften bewegt sich das Leistungs-niveau heutiger VC-TCXOs für Funk-Anwendungen (Bild 1) in einem Bereich, der vor noch nicht allzu langer Zeit allein den OCXOs vorbehalten war. Dank verbesserter Halbleiterbauelemente und optimierter Prozesse in Quarzdesign und -herstellung können VC-TCXOs heute durchaus im Bereich von ±0.1ppm Stabilität mithalten. Die zum Ausgleich von Frequenzdrift und Langzeitalterungsmerkmalen erforderliche Korrekturspannung wird normalerweise durch NTP-/PTP-Implementierung (IEEE-1588) erzeugt. VC-TCXOs zeichnen sich durch sehr geringe Alterungsraten und sehr lineare Eigenschaften hinsichtlich der Spannungsregelungsfunktion aus.

Dabei sind es nicht nur die präzise Kompensation, die geringe

Hysterese und die geringen Alterungsraten, die VC-TCXOs zu einer außergewöhnlichen Lösung für „Small-Cell“-Anwendungen machen, sondern auch der deutlich geringere Stromverbrauch. Für Applikationen wie hier angesprochen, brauchen VC-TCXOs etwa 2 mA, während ein OCXO etwa 100 mA benötigen würde. Im direkten Vergleich sind die traditionellen OCXOs aufgrund ihrer Größe, ihres Leistungsbedarfs und der Aufwärmzeit deutlich im Nachteil.

Die OCXO-Technologie

„Quarzföfen“ oder temperaturstabilisierte Quarzoszillatoren werden üblicherweise in Anwendungen eingesetzt, die eine hochpräzise Frequenzregelung erfordern. Bei dieser Technik werden der Quarz und die zugehörige Oszillatorschaltung bis zum oberen Umkehrpunkt des Quarzes erwärmt (Bild 2).

Die Quarze für diese Oszillatoren werden so hergestellt, dass der obere Umkehrpunkt oberhalb des höchsten spezifizierten Temperaturbereichs liegt. Der Quarz und die zugehörige Schaltung werden bis auf ein schmales Temperaturfenster um diesen Punkt herum erwärmt und dort konstant gehalten. Der OCXO wird dann auf die Frequenz bei dieser Temperatur abgestimmt.

Der OCXO hat den Vorteil, dass der Quarz nur in dem erwähnten sehr engen Temperaturfenster betrieben wird. Auf diese Weise wird weitestgehend vermieden, ungewünschte Schwingungsmoden im Quarz anzuregen. In der VC-TCXO-Technik werden die Quarzeigenschaften hingegen elektronisch kompensiert. Damit wird die Qualität der in den Anwendungen benutzten Quarze zu einem äußerst wichtigen Kriterium.

In Tabelle 1 sind die Unterschiede zwischen OCXO- und VC-TCXO-Produkten zusammengefasst. Im Allgemeinen

werden VC-TCXOs bevorzugt, wenn Größe und Stromverbrauch kritische Faktoren für die Anwendung sind. OCXOs waren früher im Vorteil, da sie eine niedrigere Empfindlichkeit auch gegenüber geringen Stabilitätsveränderungen aufweisen, die bei Änderungen der Spannungsregelungsfunktion auf den Höchst- oder Mindestwert auftreten. Die in den Anwendungen verwendeten Halbleiter haben für diesen Zweck jedoch eine Kompensationsschaltung. Die verbesserte Leistung macht die heutigen VC-TCXOs gegenüber der OCXO-Technik ausgesprochen konkurrenzfähig. ◀

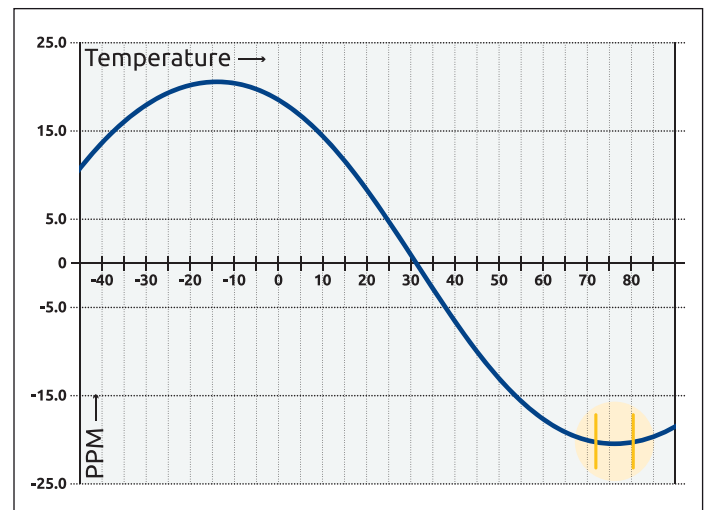


Bild 2: Der hier dargestellte, obere Umkehrpunkt des OCXO wird in der OCXO-Anwendung verwendet