

Präzise und verlässlich

Entwicklungsrichtungen von TCXOs



TCXOs werden in folgenden Anwendungen eingesetzt:

- hochentwickelte drahtlose Kommunikationsgeräte
- Navigationssysteme wie GPS/GNSS
- IoT-Geräte wie Smart Home- und Sensornetzwerke
- Rundfunktechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Verteidigungstechnik
- Industrieanlagen
- Medizintechnik
- Automobil- und Verkehrstechnik
- Rechenzentren und Server
- hochentwickelte Mess- und Prüftechnik

Miniaturisierung

Dieser Trend war bei elektronischen Bauelementen weitverbreitet. Bei Quarzbauteilen wurde eine Verkleinerung ebenso erreicht. Heute stellt sich daher die Frage, welche Baugröße künftig den Standard definieren wird. Kosten und Miniaturisierungsbedarf spielen dabei eine entscheidende Rolle. Derzeit sind die Baugrößen 2520 (2,5×2,0 mm), 2016 (2,0×1,6 mm) und 1612 (1,6×1,2 mm) am weitesten verbreitet. Diese Formate werden in großen Stückzahlen produziert und haben sich hinsichtlich Qualität und Zuverlässigkeit bewährt.

Die Nutzung variiert je nach Marktsegment: Die Baugröße 1612 findet vor allem in Mobiltelefonen und kompakten drahtlosen Geräten Anwendung, während 2520 und 2016 überwiegend in allgemeinen sowie Automobilanwendungen eingesetzt werden. Zukünftig wird sich der Miniaturisierungstrend in Richtung 1210 (1,2×1,0 mm) verschieben. Aktuell ist die Nachfrage nach diesem Format jedoch noch gering – außer in Anwendungen, bei denen eine maximale Platzersparnis erforderlich ist.

Typische KDS-Produkte dafür sind DSB221SDN (2520), DSB211SDN (2016), DSB1612SDN (1612).

In welche Richtungen entwickeln sich TCXOs? In diesem Artikel beleuchten wir fünf zentrale Entwicklungstrends: Miniaturisierung, hohe Präzision, geringes Phasenrauschen bzw. Jitter, hohe Frequenzen und niedriger Stromverbrauch.

Die Kommunikationswelt befindet sich in einem stetigen Wandel: Datenmengen, Nutzerzahlen und Übertragungsgeschwindigkeiten wachsen rasant. Heute ist es längst Realität, dass nahezu jeder Mensch dauerhaft mit einem digitalen Netzwerk verbunden ist. Mit dem kontinuierlichen Anstieg des weltweiten Datenvolumens und der Nachfrage nach immer schnelleren Übertragungsraten steigen auch die Anforderungen an die zugrundeliegende Takt- und Frequenztechnik. Hochpräzise Taktgeber gewinnen dabei zunehmend an Bedeutung, da sie als verlässliche Referenz für kapazitätsstarke und latenzarme Datenübertragungen dienen.

Temperaturkompensierte Quarzoszillatoren (TCXOs) haben in vielen Anwendungen die klassischen Quarze ersetzt, in denen früher eine geringere Präzision ausreichte. Gleichzeitig steigt die Nachfrage nach kompakten Hochfrequenz-Oszillatoren, die nicht nur Platz sparen, sondern auch die Entwicklungszeiten im Vergleich zu diskreten Quarzen deutlich verkürzen.

Autor:
Yasunobu Ikuno
Product Manager
Business Development Manager
Passive Components
CODICO
www.codico.com

Phasenrausch-Vergleich zwischen DSB1612SEB und DSB211SDN (heutige Hauptserie)

PHASENRAUSCHEN	DSB1612SEB	DSB1612SEB	DSB211SDN
Frequenz	[f≤52MHz]	[f>52MHz]	[40MHz<f≤52MHz]*
Offset 100Hz	-110dBc/Hz	-108dBc/Hz	-105dBc/Hz
Offset 1kHz	-130dBc/Hz	-125dBc/Hz	-125dBc/Hz
Offset 10kHz	-152dBc/Hz	-150dBc/Hz	-145dBc/Hz
Offset 100kHz	-155dBc/Hz	-155dBc/Hz	-150dBc/Hz

Spezifikationen DSB1612SEB

Frequenzbereich	26 bis 76,8 76,8 bis 104*	MHz	
Versorgungsspannungsbereich	+1,8 bis +3,3	V	-
Betriebsstrom	+4,5	mA max.	[ff≤52MHz]
	+5,0	mA max.	[f>52MHz]
Ruhestrom	3	µA max.	-
Frequenzstabilität/Toleranz	±2,0	ppm max.	nach 2 Reflow-Durchläufen
Abhängig von der Temperatur	±0,5	ppm max.	-40 bis +85°C
Abhängig von der Temperatur	±5,0	ppm max.	-40 bis +105°C
Abhängig von der Versorgungsspannung	±0,2	ppm max.	Vcc ±5%
Abhängig von der Laständerung	±0,2	ppm max.	[10kΩ/10pF] ±5%
Abhängig von der Alterung	±2,0	ppm max./Jahr	
Einschaltzeit	Max 2,0	ms	
Phasenrauschen [f>52MHz]			
Offset 100Hz	-108	dBc/Hz	[f>52MHz]
Offset 1kHz	-125	dBc/Hz	-
Offset 10kHz	-150	dBc/Hz	-
Offset 100kHz	-155	dBc/Hz	-

*in Entwicklung

Hohe Präzision

Die Nachfrage treibt auch die Entwicklung in Richtung höherer Präzision voran. Während herkömmliche TCXOs Temperaturcharakteristiken von ±0,5 ppm oder ±1,5 ppm bieten, erreichen hochpräzise Modelle Genauigkeiten von ±0,1 ppm oder sogar im ppb-Bereich. Das bedeutet jedoch nicht, dass diese Hochpräzisionsmodelle den Massenmarkt dominieren. Aktuell kommen sie vor allem in Infrastrukturanwendungen wie der Netzwerktechnik (Stratum 3) zum Einsatz. Entsprechend größer fallen sie aus – beispielsweise im Format 5032 (5,0×3,2 mm). Eine Miniaturisierung ist prinzipiell möglich, wird vom Markt bislang jedoch kaum gefordert.

Typisches KDS-Produkt: DSB535SGA (5032)

Geringes Phasenrauschen/Jitter

Geringes Phasenrauschen bzw. Jitter ist einer der Hauptgründe, warum Quarzkomponenten nach wie vor der Standard in der Takttechnologie sind. Phasenrauschen beeinflusst direkt die Empfängerempfindlichkeit, Modulationsleistung und Frequenzstabilität in der Kommunikation.

Ein hohes Phasenrauschen verschlechtert die Bitfehlerrate und die Übertragungsgeschwindigkeit, was die zuverlässige Übertragung großer Datenmengen erschwert. MEMS-Oszillatoren haben sich in den letzten Jahren zwar stark weiterentwickelt, bleiben jedoch hinsichtlich des Q-Faktors – also der „Güte“ des Signals bei der Resonanzfrequenz – zwei bis drei Größenordnungen hinter Quarzbau teilen zurück. Dies wirkt sich deutlich auf Phasenrauschen und Jitter aus.

Im TCXO-Markt gilt: Neue Modelle mit verbessertem Phasenrauschen setzen sich in der Regel durch, sofern die Produktionskosten nicht erheblich steigen. Aktuelle TCXOs bieten daher deutlich bessere Werte als frühere Modelle. Wer noch ältere Varianten einsetzt, sollte einen Austausch erwägen, um die Kommunikationsleistung zu optimieren.

Typische KDS-Produkte: DSB221SDN (2520), DSB211SDN (2016), DSB1612SDN (1612)

Hohe Frequenz

Drahtlose Kommunikation erfolgt typischerweise im GHz-Bereich. Mit steigender Referenzfrequenz kann die Multiplikation im PLL-Kreis reduziert werden, was die Systemarchitektur vereinfacht.

Spezifikationen DSB1612SLD, DSB211SLD

Frequenzbereich	13 bis 52	MHz	–
Versorgungsspannungsbereich	+1,1 bis +2,0	V	–
Betriebsstrom	1,7	mA max.	–
Ruhestrom	3	µA max.	–
Frequenzstabilität/Toleranz	±1,5	ppm max.	nach 2 Reflow-Durchläufen
Abhängig von der Temperatur	±0,5	ppm max.	-30 bis +85°C
Abhängig von der Versorgungsspannung	±0,2	ppm max.	Vcc ±5%
Abhängig von der Laständerung	±0,2	ppm max.	[10kΩ/10pF] ±5%
Abhängig von der Alterung	±1,0	ppm max./Jahr	–
Einschaltzeit	max 2,0	ms	–
Phasenrauschen			
Offset 100Hz	-116	dBc/Hz	–
Offset 1kHz	-134	dBc/Hz	–
Offset 10kHz	-150	dBc/Hz	–
Offset 100kHz	-150	dBc/Hz	–

Gleichzeitig steigen jedoch die Anforderungen an das Phasenrauschen: Wie bereits erwähnt, wirkt sich schlechtes Phasenrauschen direkt auf die Kommunikationsgeschwindigkeit und -genauigkeit aus.

Derzeit unterstützen Standard-TCXOs Frequenzen bis zu 52 MHz – ein typischer Wert für Mobilfunkanwendungen. Chipset-Hersteller arbeiten jedoch bereits an höheren Frequenzen wie 76,8 oder 104 MHz, also einer Verdopplung von 38,4 bzw. 52 MHz, um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden.

Niedriger Stromverbrauch

Stromersparnis ist ein weiterer entscheidender Faktor: Je weniger Energie einzelne Komponenten benötigen, desto länger kann ein Gerät betrieben werden. Während TCXOs vor 20 Jahren meist mit 2,5 bis 3,3V betrieben wurden, ist heute 1,8 V der Standard. Der Bedarf an noch niedrigeren Versorgungsspannungen wächst jedoch weiter.

In diesem Artikel möchten wir außerdem neue Produkte von KDS vorstellen, die den Entwicklungstrends hohe Frequenz und niedriger Stromverbrauch entsprechen.

Hochfrequenz-TCXO bis 104 MHz mit geringem Phasenrauschen

KDS hat die TCXO-Serie DSB1612SEB entwickelt, die Ausgangsfrequenzen bis zu 104 MHz unterstützt. 104 MHz wird als

zukünftige Standardfrequenz für Mobilfunkanwendungen angesehen. Auch Frequenzbereiche bei 70, 80 und 90 MHz werden zunehmend nachgefragt, da sie eine Verdopplung der bisherigen Funkfrequenzen ermöglichen. Eigenschaften:

- Frequenzbereich bis 104 MHz
- extrem geringes Phasenrauschen und Jitter (siehe Tabelle)
- stabile Temperaturcharakteristik: ±0,5 ppm max. (-40 bis +85 °C), ±5 ppm max. (-40 bis +105 °C)

Hauptanwendungen sind drahtlose Kommunikation (Mobile RF, WiFi, Bluetooth usw.), GPS/GNSS-Empfänger, hochfrequente Signalquellen, wie ADC/DAC-Taktgeber.

TCXOs mit 1,2 V Betriebsspannung

Heutzutage sind IoT- und Wearable-Geräte allgegenwärtig. Die mit 1,2 V betriebenen TCXOs DSB1612SLD und DSB211SLD erfüllen die Anforderungen an längere Batterielaufzeiten und kompaktere Bauformen. Laut KDS kann der Stromverbrauch dieser Modelle im Vergleich zu herkömmlichen 1,8-V-TCXOs um bis zu 20% reduziert werden.

Weitere Merkmale:

- stabile Temperaturcharakteristik: ±0,5 ppm max. im Bereich von -40 bis +85 °C
- verfügbar in den Baugrößen 2016 und 1612

Hauptanwendungen sind drahtlose Kommunikation (Mobile RF, WiFi, Bluetooth usw.), GPS- und GNSS-Empfänger, akkubetriebene Wearable-Geräte, medizinische Geräte.

Noch ein Vorteil:

Der besondere Aufbau der KDS-TCXOs

Die Modelle DSB1612SEB, DSB1612SLD und DSB211SLD verfügen alle über ein sogenanntes One Room Package, bei dem der Quarzblank und die IC in einer gemeinsamen Kammer untergebracht sind. Die meisten Wettbewerber setzen hingegen auf eine H-förmige Struktur (Zweikammeraufbau), bei der Quarzblank und IC in getrennten „Räumen“ untergebracht sind. Während der Quarz dabei hermetisch verschlossen ist, ist der IC lediglich mit Harz vergossen und nicht versiegelt. Ein solcher Aufbau führt zu einer MSL-Klassifizierung (Moisture Sensitivity Level) von 2 oder höher, was bedeutet, dass das Produkt in einem feuchtigkeitsdichten Beutel mit Trockenmittel verpackt werden muss.

Die KDS-TCXOs hingegen verfügen durchgängig über eine Einkammerkonstruktion mit MSL 1, wodurch keine besondere Feuchtigkeitskontrolle erforderlich ist. Auch hier zeigt sich ein deutlicher Vorteil bei der Verwendung von KDS-Produkten. ◀