

TCXO の周波数安定性および周波数精度バジェット

1 はじめに

温度補償発振器 (TCXO) は、通常、5ppm 以下の周波数安定性を必要とするシステムの周波数基準に使用されます。一般に、これらのシステムでは、動作温度、供給電圧、出力負荷およびシステム全体の動作期間中の経年劣化といった全ての変動要因による TCXO の周波数変動を考慮したうえで、周波数精度を所定のタイミングバジェット内に保つ必要があります。環境的要因による影響および基準発振器の回路条件による影響を定量化するために、一連の周波数安定性パラメータは、業界によって定義されています。本アプリケーションノートでは、SiTime の TCXO データシートにおける周波数安定性の仕様、および周波数精度範囲の計算方法について説明します。

2 温度安定性および周波数精度

SiTime の TCXO データシートには、次の周波数安定性の仕様が記載されています。

初期許容差 (F_{init}) とは、常温 (例: 25±3°C) における公称周波数からの周波数偏差を示します。プリント基板 (PCB) に取り付けられているデバイスによって、通常の電源電圧および出力負荷条件下で測定します。初期許容差の主要構成要素は、SiTime の工場における温度キャリブレーション後の残余周波数誤差および PCB ハンダ付けによる周波数シフトです。

システムタイミングバジェットへの初期許容差の影響は、電圧制御 TCXO (VCTCXO) を用いて PCB のリフローアセンブリ工程後の周波数キャリブレーションを行なう事で最小化できます。

温度安定性 (F_{stab}) は、周囲温度変化により生じた周波数変動の特性を示したもので、全動作温度範囲にわたるピーク to ピーク周波数偏差の半分と定められています。

供給電圧安定性 (F_{vdd}) とは、2.5V~3.3V VDD±10%以内または 1.8V VDD±5%以内の電源電圧変動によって生じた周波数シフトを示します。

出力負荷安定性 (F_{load}) とは、LVCMOS 出力発振器の最大 15pF までの出力ピンの負荷容量差によって生じた周波数シフトのことです。

総合周波数精度 (F_{total}) は、上記パラメータを合計して算出されます。例を挙げると、温度安定性が ±2.5ppm の Si5000 VCTCXO の総合周波数精度は、 $F_{total}=F_{init}+F_{stab}+F_{vdd}+F_{load}=1+2.5+0.05+0.1=3.65\text{ppm}$ です。

システムキャリブレーションによって初期許容差を低減するために VCTCXO オプションを用いることで、総合周波数精度がさらに高くなります ($F_{total}=F_{stab}+F_{vdd}+F_{load}=2.5+0.05+0.1=2.65\text{ppm}$)。

通常、温度安定性は TXCO を使用したアプリケーションにおける周波数誤差の支配的要因です。常温での周波数オフセットとは異なり、単純なキャリブレーション方式で温度ドリフトを解消することはできません。

3 経年劣化および周波数精度

一定の動作条件下であっても、TCXO の周波数はデバイス内の内部変化によって経時的にシフトします。周波数の経時的シフトがあるためシステムバジェットに追加パラメータを考慮する必要があります。最も一般的に使用されるパラメータは、初年の経年劣化および 10 年間の経年劣化のパラメータです。

初年の経年劣化とは、一定の電源電圧および動作温度（通常 25°C）における 1 年間の継続動作後の初期周波数の周波数シフト範囲のことです。

10 年間の経年劣化とは、一定の動作条件における 10 年間の継続動作後の初期周波数に対する周波数シフト範囲のことです。10 年間の経年劣化の仕様は、9~18 ヶ月またはそれ以上の期間にわたる統計的に有意なサンプル式を用いて行った周波数測定から推定された数値です。

初年の経年劣化または 10 年間の経年劣化を含む総合周波数精度は次式で求めます。 $F_{total} = F_{init} + F_{stab} + F_{vdd} + F_{load} + F_{aging}$

例えば、Sit5000 2.5 ppm VCTCXO の初年の経年劣化は 1.5ppm です。したがって、総合周波数精度は $F_{total} = F_{init} + F_{stab} + F_{vdd} + F_{load} + F_{aging} = 1 + 2.5 + 0.05 + 0.1 + 1.5 = 5.15\text{ppm}$ として計算できます。同じ VCTCXO の 10 年間の経年劣化は 3.5ppm で、10 年間の総合周波数精度は $\pm 7.15\text{ppm}$ となります。

TCXO デバイスと同じ電圧調整オプションおよびシステムキャリブレーションにより、周波数精度バジェット範囲を狭めることができます。例えば、PCB アセンブリ後の初期許容差を除去し、製品の耐用年数を向上させるように定期的に経年劣化関連の周波数シフトを修正すれば、精度は向上します。

SiTime Corporation
990 Almanor Avenue
Sunnyvale, CA 94085
USA
Phone: 408-328-4400
<http://www.sitime.com>

© SiTime Corporation, 2008-2014. The information contained herein is subject to change at any time without notice. SiTime assumes no responsibility or liability for any loss, damage or defect of a Product which is caused in whole or in part by (i) use of any circuitry other than circuitry embodied in a SiTime product, (ii) misuse or abuse including static discharge, neglect or accident, (iii) unauthorized modification or repairs which have been soldered or altered during assembly and are not capable of being tested by SiTime under its normal test conditions, or (iv) improper installation, storage, handling, warehousing or transportation, or (v) being subjected to unusual physical, thermal, or electrical stress.

Disclaimer: SiTime makes no warranty of any kind, express or implied, with regard to this material, and specifically disclaims any and all express or implied warranties, either in fact or by operation of law, statutory or otherwise, including the implied warranties of merchantability and fitness for use or a particular purpose, and any implied warranty arising from course of dealing or usage of trade, as well as any common-law duties relating to accuracy or lack of negligence, with respect to this material, any SiTime product and any product documentation. Products sold by SiTime are not suitable or intended to be used in a life support application or component, to operate nuclear facilities, or in other mission critical applications where human life may be involved or at stake.