
Technical Data of Crystal Unit

MURATA Part No.: [XRCGE26M000FXA2AR0](#)

Applied to [IN100-Q1-R-RC1I](#)

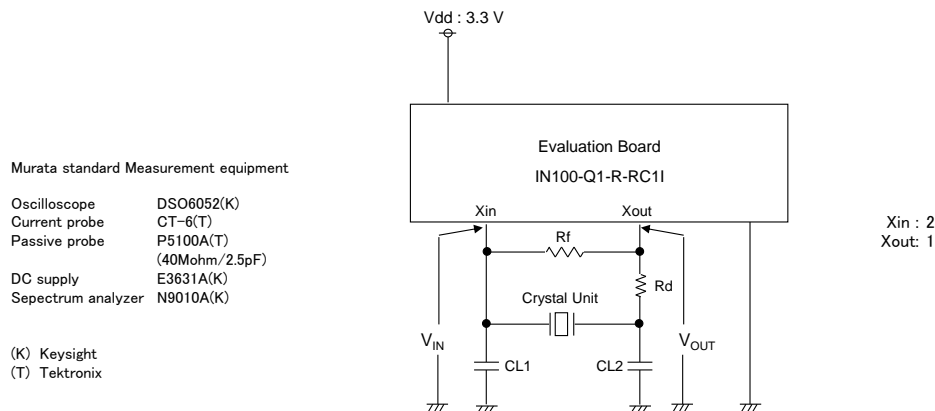
Introduction

InPlay IN100 NanoBeacon is transforming the future of the Industrial IoT and mobility industry with its ultra-low power, long-range Bluetooth solutions. Murata and InPlay have worked closely together to construct a reference design to allow customers to use one of Murata's crystals either the XRCGE26M000FXA2AR0 within the IN100. InPlay and Murata have designed a reference design with ideal components to transform any IIOT or TPMS application.

Purchasing links for Murata Parts[DigiKey link](#)[Mouser link](#)

■ Murata's recommendation 推奨回路定数

IC name	IC名	IN100-Q1-R-RC1I
Parts Number	品番	XRCGE26M000FXA2AR0
IC's setting value	Internal Capacitance Code	10
	Stable Time	36
	Strenght Code	25
CL1[pF]	負荷容量	Open
CL2[pF]	負荷容量	Open
Rf[ohm]	帰還抵抗	No mount
Rd[ohm]	制限抵抗	Short
Supply Voltage Range[V]	電源電圧範囲	3.3 V
Temp. Range [deg.C]	温度範囲	-40 to +125deg.C



■ Characteristics of Oscillation Circuit 発振回路特性

Characteristics 特性	Value 測定値	Criterion 基準	Notes 備考
Oscillating Voltage 発振電圧 (Vdd=3.3V,+25deg.C) (Vcel=1.2V) Vcel is driving voltage of oscillation circuit Vcelは発振回路の電圧を表します	VIH 0.8 [V]	≤ 1.5V	Input high voltage 発振入力電圧High側レベル
	VIL 0.2 [V]	≥ -0.3V	Input low voltage 発振入力電圧Low側レベル
	VOH 0.8 [V]	≤ 1.5V	Output high voltage 発振出力電圧High側レベル
	VOL 0.1 [V]	≥ -0.3V	Output low voltage 発振出力電圧Low側レベル
	R1 limit sample R1規格限界品(*1) VIp-p 0.5 [V]		Swing level at input side 発振入力振幅 (VIH - VIL)
	VOOp-p 0.6 [V]	≥ 0.55V	Swing level at output side 発振出力振幅 (VOH - VOL)
Oscillation Start up Time 発振立ち上がり時間 (*2) (Typical sample at Vdd=3.3V,+25deg.C)	0.72 [ms]		Time to reach 90% of the oscillation level under steady state 定常状態の発振振幅の90%に達するまでの時間
Center Frequency Difference 発振回路における発振周波数ずれ量 (*3) (Typical sample at Vdd=3.3V,+25deg.C) (参考値)	-2 [ppm]		Oscillating frequency shift against nominal frequency 振動子の公称周波数と発振回路における発振周波数のずれ量
Negative Resistance Analysis 発振余裕度 (at Vdd=3.3V,+25deg.C)	Rs_max [Ω] 270 [-R] [Ω] 318 Ratio [Times] 5.3		The details is explained in page 2 詳細につきましては、次頁をご参照下さい。
Load Capacitance on your PCB 負荷容量値 (Typical sample at Vdd=3.3V,+25deg.C)	8.2 [pF]		This value shows load capacitance the evaluated circuit has. 発振回路において振動子の両端に仮想的に接続される容量
Drive Level ドライブレベル (Typical sample at Vdd=3.3V,+25deg.C)	20 [uW]		Drive power of crystal under circuit condition 発振回路が動作している状態において振動子で消費される電力

*1 R1: Equivalent series resistance. "R1 limit sample" means R1 resistance of applied sample is equal as its R1 spec.
R1は振動子の等価直列抵抗を意味します。R1規格限界品とは、適用する振動子の等価直列抵抗値が、その規格値まで低下した状態のサンプルとなります。

*2 The measurement results is affected by the rise-up characteristics of supplied voltage on your PCB.
測定結果は実装基板の電源立ち上がり特性の影響を受けます。

*3 Frequency difference means the oscillating frequency difference between your PCB and Murata's frequency sorting circuit.
Please refer to appendix 1.
貴社基板と当社検査回路では、同一振動子を使用した場合でも発振周波数の差が生じます。これを発振周波数相関と呼びます。添付資料1をご参照下さい。

< Characteristics to Check 判定項目 >

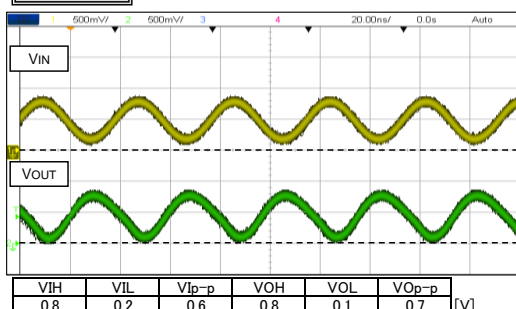
Characteristics 特性	Requirements 条件	Criterion 基準
1. Oscillating Waveform 発振波形	* As close as possible to a sine wave 正弦波に近いこと * No distortion around Vth level of IC ICのスレッショレベル付近で歪みなきこと	No distortion
2. Oscillating Voltage 発振電圧	* Oscillating Voltage is not too large 発振振幅が大き過ぎないこと * Oscillating Voltage is enough with limit sample R1規格限界品での発振振幅が十分であること	-0.3V ≤ VIL, VIH ≤ Vcel+0.3V -0.3V ≤ VOL, VOH ≤ Vcel+0.3V VOOp-p ≥ 0.55V
3. Starting Voltage 発振開始電圧	* Meet customer requirements 電源電圧範囲の要求値を満たすこと	Maximum Starting Voltage +0.1V ≤ Minimum Voltage Range (your request)
4. Rise Time and Transient Waveform 発振立ち上がり波形	* No irregular oscillation waveform overlapping 異常発振無きこと	

Test Data

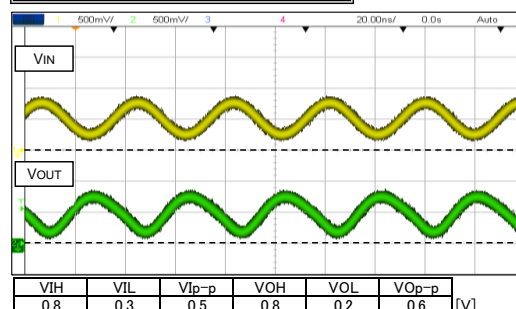
Oscillation waveform data on recommendable circuit condition

MODEL: XRCGE26M000FXA2AR0 with IN100-Q1-R-RC1I

Typical sample



Limit sample (R1= 60[ohm max])

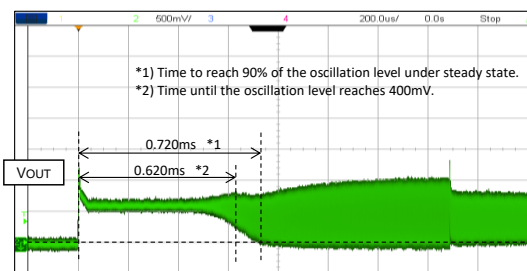


Typical sample at Vdd=3.3V,+25deg.C

Vertical: 0.5V/div., Horizontal: 20ns/div.
Broken line: GND

Oscillation start up waveform on recommendable circuit condition

MODEL: XRCGE26M000FXA2AR0 with IN100-Q1-R-RC1I



Typical sample at Vdd=3.3V,+25deg.C

[Vout] Vertical: 0.5V/div., Horizontal: 200us/div.
Broken line: GND

Negative resistance

Ratio of negative resistance $|-R|$ to $R1_{spec}$

Ratio 5.3 times

Ratio = $|-R| / R1_{spec}$ $|-R|$ 318.1 ohmNegative resistance $|-R| = R_{s_max} + R_e$ R_{s_max} : 270 ohm

Maximum series resistance for Crystal unit to keep oscillation

 R_e : 48.1 ohm

Effective resistance of Crystal unit at actual oscillation frequency

Effective resistance $R_e = R1 \times (1 + C0/CL)^2$ $R1$: 41.0 ohm

Equivalent series resistance

 $C0$: 0.7 pF

Equivalent parallel capacitance

 CL : 8.2 pF

Load capacitance on your PCB

 $R1_{spec}$ 60 ohm

Equivalent series resistance

Drive level

Drive power of crystal under circuit condition shown in page 1

Drive level 20 uW

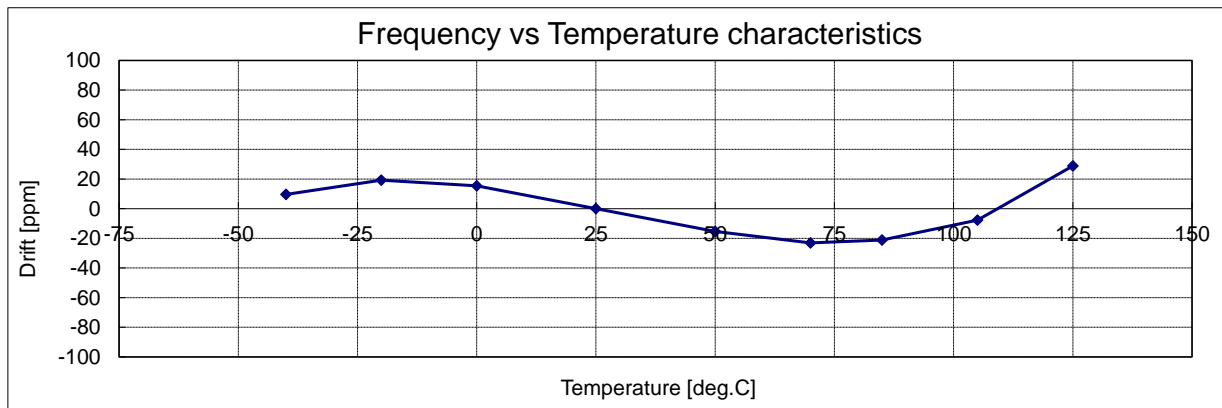
Drive level = $I^2 \times R1$ I : 0.69 mA (RMS)

Current through Crystal unit measured by current probe

 $R1$: 41.0 ohm

Equivalent series resistance

Test Data



Appendix 1 : Frequency correlation 発振周波数相関

There is a difference in oscillating frequencies of a crystal unit with between your PCB and Murata frequency sorting circuit because IC and PCB are different. We call this difference as "Frequency correlation".

We usually report "Frequency correlation" value in our IC evaluation report. "Frequency correlation" is a reference value as we measure average value.

ある1つの振動子を使用したとしても、ICや基板の違いにより、実際にお使いになられる基板と当社検査回路との間には、発振周波数の差が存在します。当社ではこれを"発振周波数相関"と呼びます。

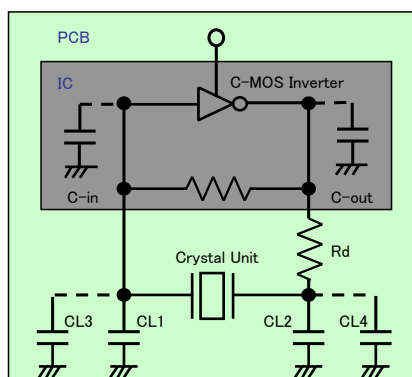
通常、"発振周波数相関"値はICマッチングレポートにて報告しております。ICマッチングレポートにおける発振周波数相関ズレ量は、参考値として、実力センター値を測定し記載させて頂いております。

If you require tighter frequency tolerance than the standard spec. of our crystal, we would like to offer a customized part number with frequency adjusted on your PCB.

In this case, please let us measure the "Frequency correlation" on your final PCB.

また、当社振動子の標準的な規格に対して、より発振周波数精度を必要とされる場合には、貴社基板に対し発振周波数を合わせ込んだカスタム対応品を提案させて頂きます。
この場合、"発振周波数相関"を確認する為に設計の完了した最終基板をご準備頂くようお願いさせていただいておりますので、予めご了承下さい。

Please see below figure for your reference about oscillation frequency and frequency correlation.
発振周波数と周波数相関に関して、以下の図をご参照下さい。

<Actual oscillation frequency 実際の発振周波数>**Equation of Oscillation Frequency 発振周波数の近似式**

$$F_{osc} = F_r \sqrt{1 + \frac{C_1}{C_0 + C_L}}$$

F_{osc} : Oscillation Frequency 発振周波数

F_r : Resonant Frequency of Crystal Unit 振動子の共振周波数

C_1 : Equivalent Series Capacitance 等価直列容量

C_0 : Equivalent Parallel Capacitance 等価並列容量

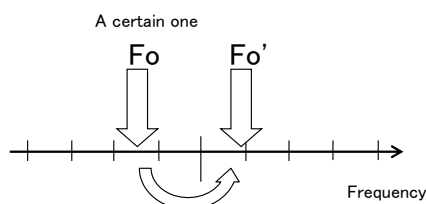
$$C_L = \frac{(C_{L1} + C_{L3} + C_{in}) \cdot (C_{L2} + C_{L4} + C_{out})}{(C_{L1} + C_{L3} + C_{in}) + (C_{L2} + C_{L4} + C_{out})}$$

$CL3, CL4$: Stray Capacitance of PCB 実装基板の寄生容量

C_{in}, C_{out} : Input/Output Capacitance of IC ICの入出力容量

Used IC and PCB have effect on the actual oscillation frequency.

ご使用のICや基板は実際の発振周波数に影響を与えます。

<Frequency correlation 発振周波数相関>

F_o : Oscillation frequency on Murata sorting circuit
村田製作所検査回路での発振周波数

F_o' : Oscillation frequency on customer's module
お客様モジュールでの発振周波数

$$\text{Frequency correlation 発振周波数相関} = \{(F_o' / F_o) - 1\} \times 100 \%$$



The oscillation frequency correlation value in this IC evaluation report is the typical value we measured with the board which we received. This correlation value means that approximate difference of oscillating frequency on your PCB and on Murata frequency sorting circuit. This correlation value may shift by variation of stray capacitance of your PCB.

当報告書で記載の周波数ずれは、お借りした基板にて実測した値であり、参考値扱いとなります。また、該当の振動子を基板に実装するとおおよそその程度のずれが発生することを示します。実際の周波数はICや基板の配線などの影響を受けるため、量産時に於いて均等にこの値でずれするものではなく、多少のばらつきが生じる可能性があります。

Appendix 2 : Negative Resistance Analysis 発振余裕度

It is a margin to the oscillation stop and the most important item in the oscillation circuit.

This margin is indicated by ratio based on resistance of crystal, and it shows how amplification capability oscillation circuit has.

The oscillation circuit can theoretically operate if oscillation margin is 1 or more. However, if oscillation margin is close to 1, it is possible that operation failure will occur on module by excessive long oscillation start up time and so on.

Such problems will be able to be solved by larger oscillation margin.

Oscillation margin is able to be calculated as follows.

$$\text{Oscillation margin [times]} = |-R| / R_{1\text{spec}}$$

$|-R|$: Negative Resistance

$R_{1\text{spec}}$: Maximum value of equivalent series resistance of crystal unit specified in specification.

Please refer catalog or datasheet of our crystal unit for $R_{1\text{ spec}}$.

It is better to keep 10 times or more as oscillation margin.

R_s とは水晶振動子に直列に接続する抵抗値のことであり、この値が大きすぎると発振が停止します。発振余裕度とは発振している状態から発振停止に至るまでのマージン(余裕)を表したもので、振動子を使用する発振回路において最も重要な項目の1つです。

発振余裕度とは、振動子の抵抗値(信号を減衰する能力)に対し、振動子を除く回路側がどれだけの信号増幅能力を有しているかを示す指標です。

理論上は発振余裕度>1であれば回路は発振しますが、1倍に近い場合には稀に発振しない、発振立ち上がり時間が異常に長いなどの現象によってセットが正常に動作しない場合がありますので注意が必要です。

これら発振不良は、発振余裕度を大きくすることによって改善します。

発振余裕度は「負性抵抗」「振動子の等価直列抵抗規格値」を用い、以下の式で算出できます。

$$\text{発振余裕度[倍]} = |-R| / R_{1\text{spec}}$$

$|-R|$: 負性抵抗

$R_{1\text{spec}}$: 振動子の等価直列抵抗規格値

$R_{1\text{spec}}$ は振動子のカタログ、または納入仕様書にて確認できます。発振余裕度は10倍以上となる条件で使用して下さい。

< Re : Effective Resistance 実効抵抗 >

$$Re = R1 \cdot \left(1 + \frac{Co}{CL}\right)^2 \quad CL = \frac{CL1 \cdot CL2}{CL1 + CL2}$$

