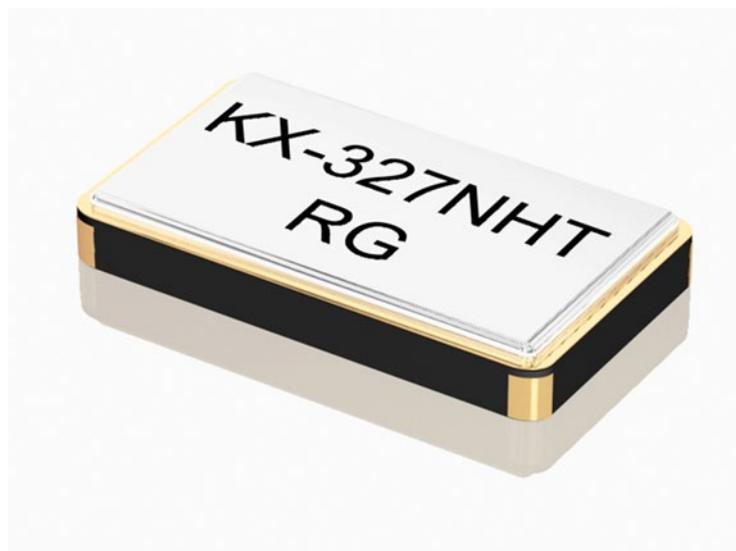


32kHz Design für Low Power Anwendungen



Reduzierung des Leistungsverbrauches in 32kHz Quarz-Oszillator Schaltungen

Einleitung

Das Ziel dieser Untersuchung ist es die Vorteile von 32kHz-Uhrenquarzen mit reduziertem C_L und niedrigem ESR gegenüber herkömmlichen 32kHz-Quarzen im Hinblick auf Stromverbrauch, Anschwingreserve, Anschwingzeit und Quarzbelastung aufzuzeigen.

Die folgende Ausarbeitung bestätigt den Vorteil bei Verwendung der Quarze KX-32NHT von Geyer electronic mit einer Lastkapazität von 7pF anstelle von 12,5pF.

Artikelnummer 12.87153	7pF	+/-20ppm	$\leq 80k\ \Omega$, 50k Ω typ.
Artikelnummer 12.87148	7pF	+/-20ppm	$\leq 50k\ \Omega$, 35k Ω typ.

- deutlich reduzierter Stromverbrauch
- verbesserte Anschwingreserve
- kürzere Anschwingzeit
- sichere Funktion bei reduzierter Quarzbelastung

1. Reduzierung des Stromverbrauches in CMOS Oszillatorschaltungen
2. Zusammenhang von C_L und Stromverbrauch in der Oszillatorschaltung
3. Zusammenhang von negativem Widerstand (Anschwingreserve) und C_L
4. Zusammenhang von Stromaufnahme der Oszillatorschaltung und R_1 (ESR)
5. weiterer Vorteil von niedrigem C_L (Anschwingzeit)
6. weiterer Vorteil von niedrigem C_L (Quarzbelastung)
7. Genauigkeit vs. Leistungsverbrauch

Anhang: Schaltungsverifikation

1. Reduzierung des Stromverbrauches in CMOS Oszillatorschaltungen

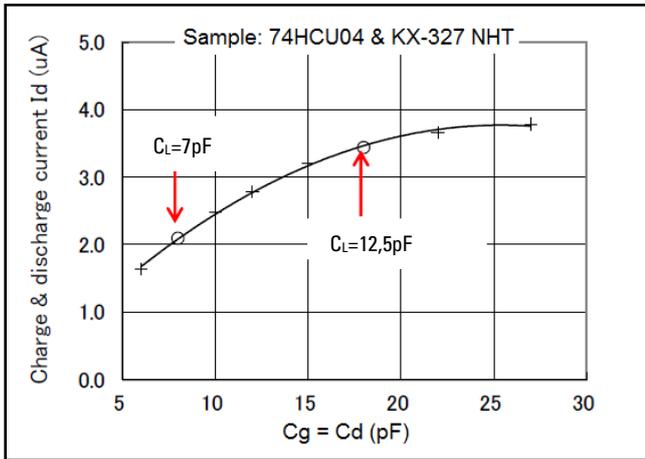
Der Stromverbrauch eines Quarzoszillators hängt ab von Betriebsspannung (V_{DD}), Frequenz, Lastkapazität, und R_1 (ESR) des Quarzes.

* Stromaufnahme der Oszillatorschaltung

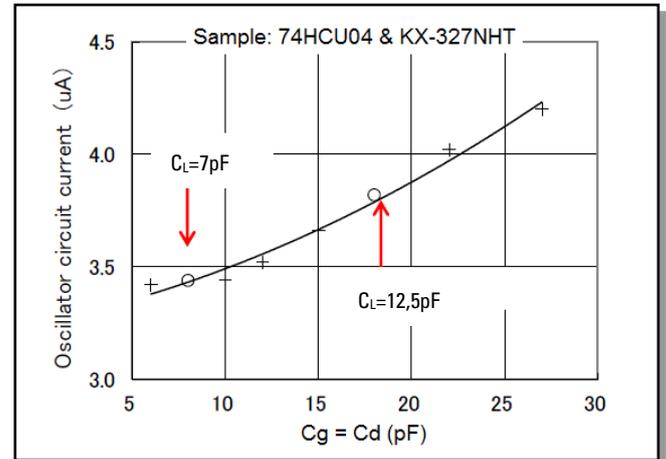
- | | | |
|---------------------------------|---|-----------------|
| 1. Laden und Entladen des C_L | » | niedriger C_L |
| 2. Stromfluß | » | niedriger R_1 |

* niedriger C_L und niedriger R_1 des Schwingquarzes ermöglichen die Verringerung der Leistungsaufnahme der Oszillatorschaltung

2. Zusammenhang von C_L und Stromaufnahme der Oszillatorschaltung



Lade- und Entladestrom
ID (Berechnung)



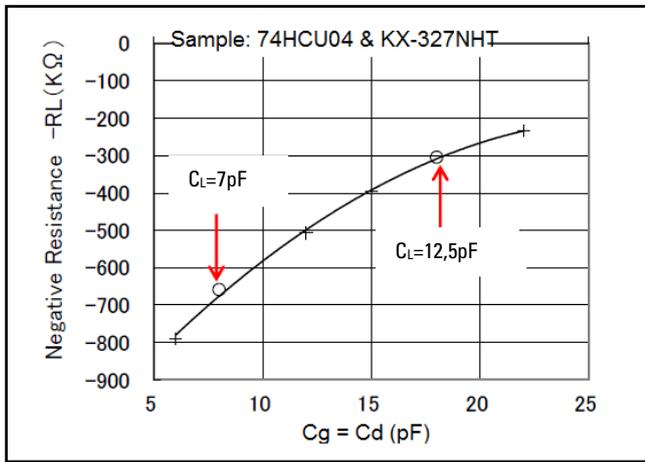
Strom durch die Oszillatorschaltung
(Messung)

$$I_d = \frac{V_d}{1/(2\pi f)C_d} = (2\pi f)V_d C_d$$

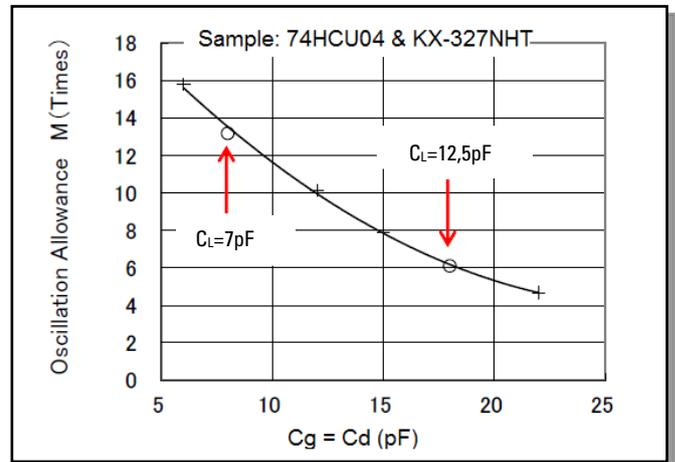
* Lade- und Entladestrom bei $C_L=7\text{pF}$ ist 40% niedriger als bei $12,5\text{pF}$.

* Die Messungen beinhalten den Strom durch den Inverter-IC.
Rechnet man diesen heraus, so ergeben die berechneten Werte näherungsweise die tatsächliche Verringerung des Stromverbrauches.

3. Zusammenhang von negativem Widerstand (Anschwingreserve) und C_L



negativer Widerstand $-R_L$ (KΩ)

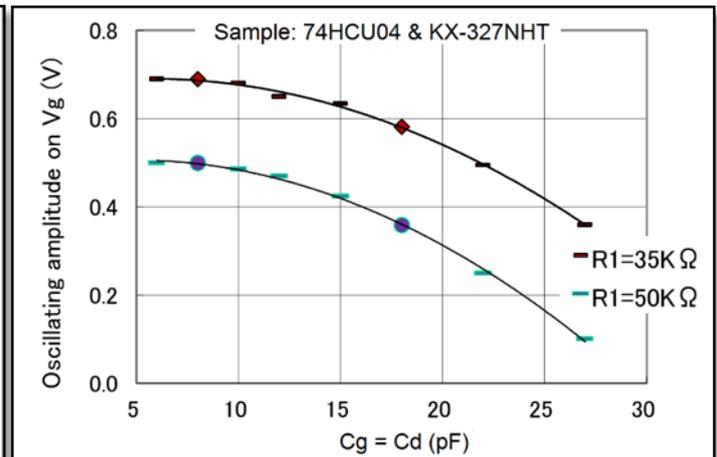
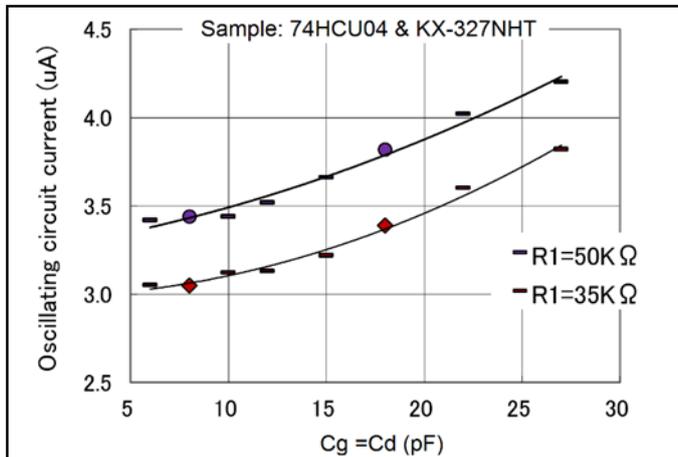


Anschwingreserve M (Vielfache)

$$-R_L = \frac{-g_m}{(2\pi f)^2 C_g C_d}$$

Verringerung von g_m und V_{DD} verringert den Stromverbrauch des ICs und Anschwingreserve. Der niedrige C_L des Quarzes hebt die Verringerung der Anschwingreserve auf.

4. Zusammenhang von Stromaufnahme der Oszillatorschaltung und R_1 (ESR)



Strom der Oszillatorschaltung
(Messungen)

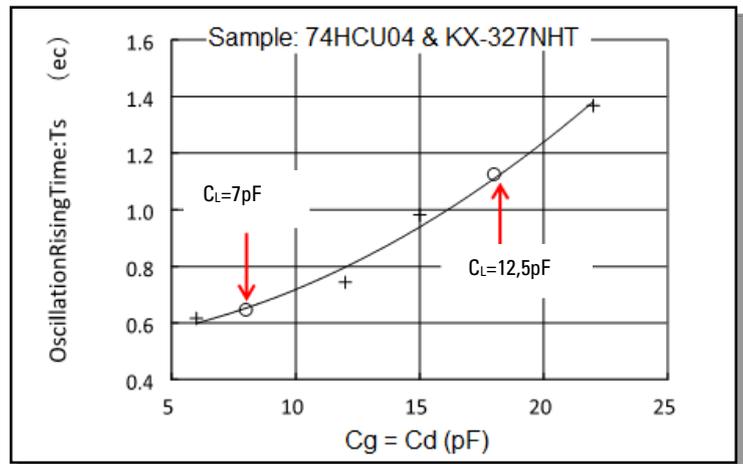
Oszillator Amplitude an C_g (V)

* Der Stromverbrauch einer Oszillatorschaltung basierend auf einem 74HCU04 kann aufgrund des R_1 um ca. 10% verringert werden.

* Höherer R_1 = geringere Amplitude an C_g = höherer Strom durch die Oszillatorschaltung

5. Ein weiterer Vorteil eines niedrigen C_L (Anschwingzeit)

Niedriger C_L ergibt einen höheren negativen Widerstand.
Die Anschwingzeit ist bei niedrigem C_L kürzer.

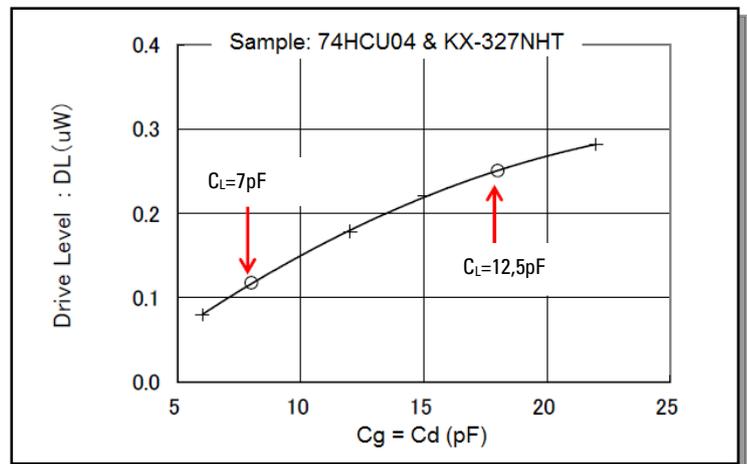


6. Ein weiterer Vorteil eines niedrigen C_L (Drive Level - Quarzbelastung)

$$D_L = I_2 \times R_e$$

$$I = V_g / (1/\omega C)$$

$$R_e = R_1 \times (1 + C_o/C_L)^2$$

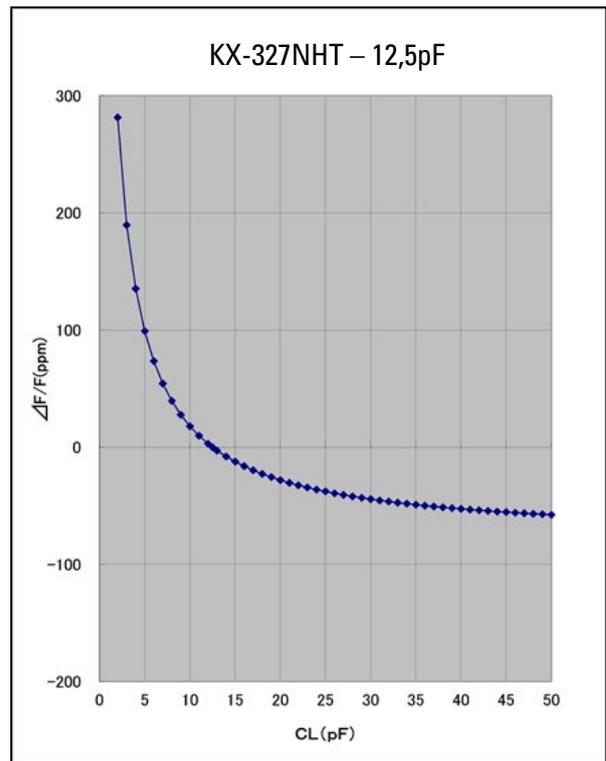
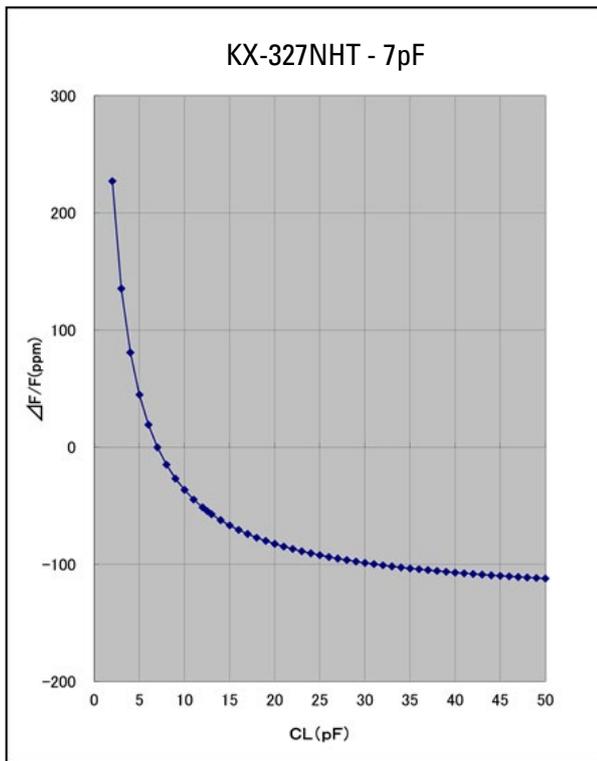


Ein niedriger C_L reduziert den Strom durch den Quarz und verringert den Drive Level. Ein zu großer Drive Level macht die Eigenschaften des Stimmgabelquarzes instabil.

7. Genauigkeit vs. Leistungsverbrauch

Während ein Quarz mit einer niedrigen Lastkapazität $C_L = 7\text{pF}$ einen niedrigen Leistungsverbrauch ermöglicht, ist für hohe Genauigkeit ein Quarz mit einer höheren Lastkapazität $C_L = 12,5\text{pF}$ vorteilhafter.

Wie man im Diagramm sehen kann, ist die Tangente bei Nenn- C_L 7pF steiler als bei Nenn- C_L 12,5pF. Das bedeutet, dass sich beim 7pF-Quarz allfällige Toleranzen frequenzmäßig stärker auswirken als bei 12,5pF.



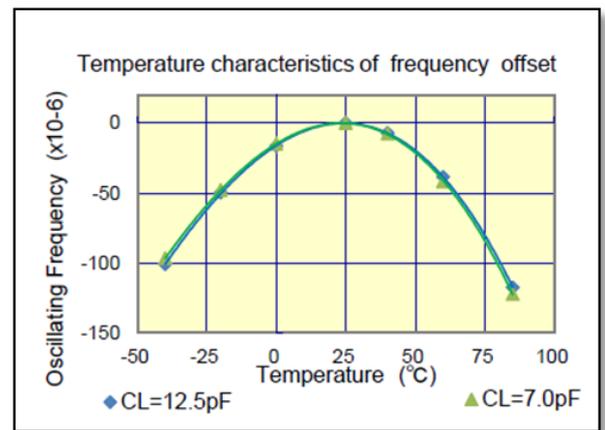
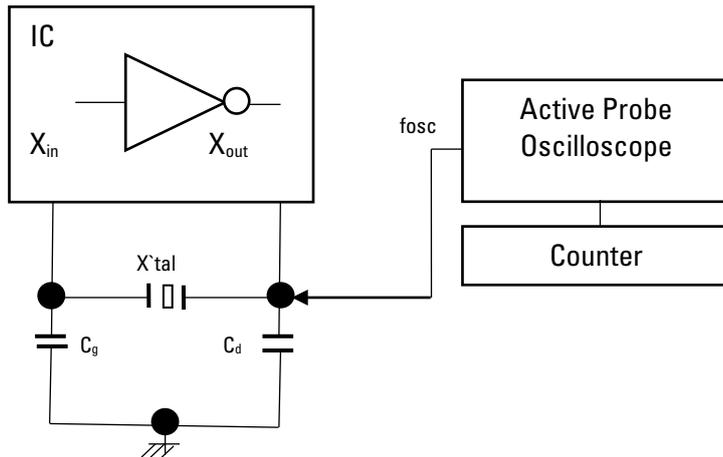
So ist eine Abwägung zu treffen zwischen Leistungsverbrauch und Genauigkeit.

Anhang: Schaltungsbefundung

Ergebnis einer Schaltungsbefundung

Dies ist ein Beispiel einer Schaltungsbefundung für Kunden.

Unser Quarz: KX-327NHT



Tafel 1. Schaltung

	A	B		
Spezifikation	C_L 12,5pF	C_L 7pF	Einheit	Bemerkungen
V _{DD} : V	3,3	3,3		
Kapazität am Eingang: C _g	20	6	pF	optimale Kapazitäten für C _L
Kapazität am Ausgang: C _d	20	6	pF	

Tafel 2. Daten

Gegenstand	C _L 12,5pF	C _L 7pF	Einheit	Bemerkungen
Genauigkeit: f/F ₀ Δ	2,50	1,19	$\times 10^{-6}$	Frequenzversatz bei Nennspannung V _{DD}
Spannungsschwankung: +/-df/V	-	0,00	$\times 10^{-6}$	V _{DD} +/-10% (Spannungsbereich)
Drive Level: D _L	0,01	0,01	μ W	D _L =Ix2 R _e < 1x10 ⁻⁶ W, R _e =R ₁ (1+C _o /C _L) ²
Negativer Widerstand: I -R _L I	-665	-1063	kOhm	5x größer als R ₁ MAX;
Anschwingsicherheit: M	9,5	15,2	Times	Bewertungsstandard für Anschwingsicherheit
Startspannung	-	1,43	V	
Stoppspannung	-	1,36	V	