

Pierce-Oszillatorschaltung für Stimmgabelquartze der Type "V"

Die gezeigte Schaltung in Abbildung 1 ist ein konventioneller Pierce-Oszillator. Der Quartz schwingt in dieser Schaltung mit einer Frequenz f_0 ungefähr 15 - 150 ppm oberhalb der Serienresonanzfrequenz f_s des Quarzes. Bei dieser Frequenz ist der Quartz induktiv, zusammen mit den Kondensatoren C_D und C_G liefert diese Rückkopplungsschleife ungefähr 180° (2π) Phasendrehung, um die Schwingung in Gang zu halten.

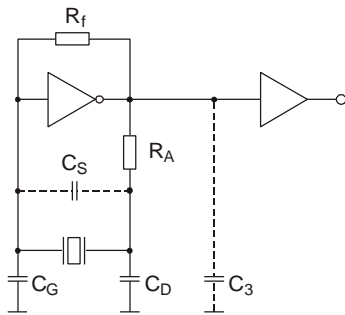


Abbildung 1

Der Kondensator C_3 ist in manchen Anwendungen erforderlich, um ein Anschwingen des Quarzes in einem Obertonmodus zuverlässig zu verhindern; C_3 verkleinert die Bandbreite des Verstärkers, typische Werte je nach Frequenz sind 50 - 1.000 pF.

Der Rückkoppelwiderstand R_f bringt den BIAS-Punkt des Verstärkers in den linearen Bereich. R_f sollte groß genug sein, die Phase des Rückkoppelungsnetzwerkes nicht zu stören. Ein typischer Wert für R_f ist 22 M Ω . Je kleiner R_f gewählt wird, umso kleiner wird die Verstärkung und umso größer die Bandbreite.

Der Widerstand R_A begrenzt die Quartzbelastung, indem er mit dem Kondensator C_D einen Spannungsteiler bildet und stabilisiert damit auch den Oszillator gegenüber Änderungen an der Impedanz am Ausgang des Oszillators. Der Wert von R_A sollte bei höheren Versorgungsspannungen größer gewählt werden.

Um zu überprüfen, daß der Quartz bei maximal möglicher Betriebsspannung nicht überlastet wird, kann man die Oszillatorfrequenz als Funktion der Spannung am gepufferten Ausgang sehen: unter optimalen Bedingungen erhöht sich die Frequenz geringfügig (nur wenige ppm!) bei Erhöhung der Versorgungsspannung. Ist der Quartz an der Grenze seiner Belastbarkeit, führt eine weitere Erhöhung der Spannung zu einem Absinken der Frequenz bzw. zu Instabilität (und letztendlich zur Zerstörung). Daher darf die Versorgungsspannung diesen Pegel nie erreichen; oder man erhöht den Wert von R_A , um die Quartzbelastung zu verringern.

Der Drain-Kondensator C_D liefert die Phasendrehung und reduziert die Quartzbelastung. Typische Werte für C_D sind 5 - 40 pF. Hohe Kapazitätswerte stabilisieren die Oszillatorschaltung gegen Änderungen der Betriebsspannung, reduzieren aber auch die Ziehfähigkeit des Oszillators und die Oberton-Aktivität.

Der Kondensator C_G trägt ebenfalls zur Phasendrehung bei und liefert die Eingangsspannung für den Verstärker. In vielen Oszillatorschaltungen wird C_G auch dazu benützt, die Oszillatorfrequenz einzustellen. Ausgeführt als Trimmkondensator kann mit ihm die Oszillatorfrequenz genau auf den Sollwert gezogen werden. Typische Werte für C_G sind 0 - 20 pF. Hohe Kapazitätswerte verringern die Verstärkung und erhöhen die Stabilität.

Bedingt durch die kleine dynamische Kapazität der Stimmgabelquartze und den hohen Impedanzen der Low-Power-Oszillatoren ist dem Schaltungslayout größte Beachtung zu widmen: Streukapazitäten (C_S) sollten unter 1 pF gehalten werden. Leiterbahnen dürfen nie parallel geführt

werden und nicht länger sein als 25 mm. Große Streukapazitäten verringern die Schleifenverstärkung und die Stabilität.

Die Kalibrierung der Quartzze ist natürlich abhängig von der Lastkapazität C_L . C_L ist definiert als die Kapazität, die in Serie zum Quartz in der Oszillatorschaltung genau die gewünschte Frequenz liefert. Der Zusammenhang zwischen C_L , C_D , C_G und C_S ist, vereinfacht dargestellt, wie folgt:

$$C_L \approx \frac{C_D \times C_G}{C_D + C_G} + C_S$$

Achtung: C_D und C_G beinhalten Streu- und andere Schaltungskapazitäten. In der Praxis ist der effektive Wert von C_L immer etwas kleiner als der aus C_D , C_G und C_S errechnete Wert, bedingt durch die Ausgangsimpedanz der Oszillatorschaltung.

übliche Werte für C_L für STATEK's "V"-Quartze	
Frequenz (kHz)	C_L (pF)
10 - 15,99	11
16 - 24,99	10
25 - 54,99	9
55 - 99,99	8
100 - 179,99	5
180 - 600	4

Tabelle 1

Empfohlene Werte *) für Pierce-Oszillatoren bei +5 V_{DC}				
Frequenz (kHz)	R_f (M Ω)	R_A (k Ω)	C_D (pF)	C_G (pF)
10 - 15,9	22	680	33	20
16 - 24,9	22	470	33	10
25 - 54,9	22	470	20	10
55 - 129,9	22	330	10	5
130 - 199,9	22	220	10	0
200 - 349,9	10	150	5	5
350 - 600	10	100	5	0

Tabelle 2

*) Achtung: die empfohlenen Werte aus Tabelle 2 basieren auf den Werten für C_L aus Tabelle 1. Andere Lastkapazitäten ergeben natürlich andere Werte für C_D und C_G !

Die in der Tabelle grau hinterlegten Werte gelten auch in etwa für handelsübliche Uhrenquartze 32,768 kHz mit einer Lastkapazität C_L von 10pF. Für ein C_L von 12,5 pF sind C_D 30 pF und C_G 15 pF gute Näherungswerte.

Eine Garantie für das Funktionieren von nach diesen Empfehlungen dimensionierten Schaltungen können wir nicht übernehmen, Haftungsansprüche aller Art sind hiermit ausdrücklich ausgeschlossen.