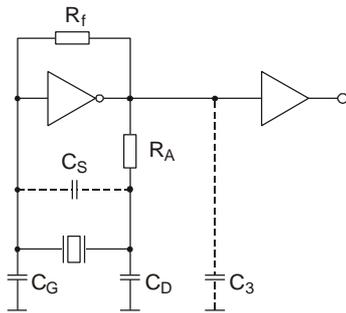


## Pierce-Oszillatorschaltung für Stimmgabelquartze der Type "V"

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  $180^\circ$  ( $2\pi$ ) 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 $\Omega$ . 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.

<b>übliche Werte für <math>C_L</math> für STATEK's "V"-Quartzze</b>	
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

<b>Empfohlene Werte *) für Pierce-Oszillatoren bei +5 V<sub>DC</sub></b>				
Frequenz (kHz)	$R_f$ (M $\Omega$ )	$R_A$ (k $\Omega$ )	$C_D$ (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 Uhrenquartzze 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.