

Quarz-Oszillatoren

Crystal oscillators

Oscillateurs à quartz

Technische Einführung

Unser Angebot auf dem Gebiet der Quarzoszillatoren umfaßt folgende Produktlinien:

- Einfache Quarzoszillatoren (PXO)
- Spannungsgesteuerte Quarzoszillatoren (VCXO)
- Temperaturkompensierte Quarzoszillatoren (TCXO)
- Temperaturstabilisierte Quarzoszillatoren (OCXO)

Darüber hinaus sind auch Mischformen möglich z.B: Temperaturkompensierte spannungsgesteuerte Oszillatoren (TCVCXO).

Der Frequenzbereich der TQ-Quarzoszillatoren umfaßt das Spektrum von 500 kHz bis 1.3 GHz. Zur Frequenzerzeugung werden verschiedene Schaltungstechniken eingesetzt: Oszillatoren, deren Quarze direkt auf der Endfrequenz schwingen, Frequenzteilung, Frequenz-Vervielfachung sowie Aufbereitung über eine Phasenregelschleife (PLL) und Mischung.

Je nach Oszillatorfamilie und Frequenzbereich werden in der Regel folgende Techniken verwendet:

Technical introduction

Our range of crystal oscillators covers the following product lines:

- Packaged crystal oscillators (PXO)
- Voltage-controlled crystal oscillators (VCXO)
- Temperature-compensated crystal oscillators (TCXO)
- Oven-controlled crystal oscillators (OCXO)

In addition, we also supply hybrid forms, e.g. temperature-compensated, voltage controlled oscillators (TCVCXO).

The frequency range of the TQ crystal oscillators extends from 500 kHz to 1.3 GHz. Various circuit techniques are used for frequency generation: oscillators whose crystals oscillate directly at the final frequency, frequency division, frequency multiplication and conditioning via a phase-locked loop (PLL) and mixing.

The following techniques are generally used, dependent upon the oscillator family and frequency range:

Introduction technique

Notre gamme d'oscillateurs à quartz se compose des types d'oscillateurs suivants:

- oscillateurs à quartz simples (PXO)
- oscillateurs à quartz commandés en tension (VCXO)
- oscillateurs à quartz compensés en température (TCXO)
- oscillateurs à quartz thermostatés (OCXO)

Des combinaisons sont également disponibles, tels les oscillateurs commandés en tension à compensation thermique (TCVCXO).

La gamme de fréquences des oscillateurs TQ recouvre le spectre de 500 kHz à 1.3 GHz. Différentes techniques de montage sont utilisées pour produire la fréquence: oscillateurs dont les quartz oscillent directement à la fréquence nominale, division de fréquence, multiplication de fréquence ainsi que mise en forme par l'intermédiaire d'une boucle à verrouillage de phase (PLL).

Selon le type d'oscillateurs et la gamme de fréquences, on utilise en règle générale les techniques suivantes:

Frequenzbereich Frequency range Gamme de fréquence	PXO	VCXO	TCXO	OCXO
500 kHz ... 3 MHz (8 MHz)	DIV	DIV	DIV	—
3MHz (8 MHz) ... 35 MHz	FQ	FQ	FQ	FQ
35 MHz ... 200 MHz	FQ	MULT	MULT	MULT
200 MHz ... 300 MHz	FQ	PLL	PLL	—
300 MHz ... 1.3 GHz	PLL	PLL	PLL	—

DIV	Frequenzteilung	Frequency division	Division de fréquence
FQ	Quarzfrequenz = Endfrequenz	Crystal frequency = final frequency	Fréquence du quartz = fréquence nominale
MULT	Frequenzvervielfachung	Frequency multiplication	Multiplication de fréquence
PLL	PLL-Technik	PLL technology	Technique PLL

Einfache Quarzoszillatoren (PXO)

Das Hauptmerkmal des einfachen Quarzoszillators (PXO: Packaged Crystal Oscillator) ist seine Frequenzstabilität im Arbeitstemperaturbereich, die dem Temperaturgang der Quarzfrequenz entspricht (siehe Seite 5 für den AT-Schnitt).

Packaged crystal oscillators (PXO)

The main feature of the packaged crystal oscillator (PXO) is frequency stability in the operating temperature range which corresponds to the temperature response of the crystal frequency (see Page 5 for the AT cut).

Oscillateurs à quartz simples (PXO)

La principale caractéristique de l'oscillateur à quartz simple (PXO: Packaged Crystal Oscillator) est sa stabilité en fréquence dans la plage de température de service qui correspond à la dérive en température de la fréquence du quartz (voir la page 5 pour la coupe AT).



Spannungsgesteuerte Quarzoszillatoren (VCXO)

Die wesentlichen Eigenschaften des spannungsgesteuerten Quarzoszillators (VCXO: Voltage Controlled Crystal Oscillator) sind der Ziehbereich (bis zu 1000 ppm je nach Frequenz) sowie die Steilheit und die Linearität der Ziehkennlinie. Für die Temperaturabhängigkeit gilt das gleiche wie für den einfachen Quarzoszillator, jedoch müssen bei erheblichen Anforderungen an Ziehbereich und -linearität aufgrund des dann erforderlichen aufwendigen Ziehnetzwerks Einschränkungen gemacht werden.

Temperaturkompensierte Quarzoszillatoren (TCXO)

Der temperaturkompensierte Quarzoszillator (TCXO: Temperature Compensated Crystal Oscillator) weist durch Verwendung eines analogen oder digitalen Kompensationsverfahrens zum Ausgleich des Quarztemperaturgangs eine sehr gute Stabilität der Ausgangsfrequenz auf. Im Gegensatz zum temperaturstabilisierten Oszillator ist die Leistungsaufnahme gering und die Einlaufzeit kurz.

Bei den analogen Kompensationsverfahren unterscheidet man zwischen der direkten Kompensation, bei der die temperaturabhängigen Kompensationselemente direkt im frequenzbestimmenden Quarzkreis eingesetzt sind und der indirekten Kompensation, bei der durch ein Widerstands-NTC- (bzw. PTC-) Netzwerk eine geeignete temperaturabhängige Gleichspannung erzeugt wird, die über eine Kapazitätsdiode die Quarzfrequenz korrigiert.

Beim digitalkompensierten TCXO (DTCXO) wird die temperaturabhängige Kompensationsspannung für die Varaktordiode digital erzeugt. Dies kann dadurch geschehen, daß die Spannungswerte für jeden Temperaturschritt (1 bit) in einem PROM als Tabelle abgespeichert werden. Ein universelleres Verfahren das bei TQ angewandt wird, verwendet einen Mikroprozessor, der die Werte durch Polynomapproximation berechnet. Üblicherweise werden die Temperatur- und Spannungswerte mit 8 bis 10 bit aufgelöst.

Voltage-controlled crystal oscillators (VCXO)

The important characteristics of the voltage-controlled crystal oscillator (VCXO) are the lock-in range (up to 1000 ppm dependent upon frequency) and the slope and the linearity of the lock-in curve. The same as for the packaged crystal oscillator applies to the temperature dependence, but, if there are stringent requirements as regards lock-in range and linearity, restrictions apply owing to the complex lock-in network then required.

Temperature-compensated crystal oscillators (TCXO)

The temperature-compensated crystal oscillator (TCXO: Temperature Compensated Crystal Oscillator) has very good stability of the output frequency owing to the use of an analog or digital compensation method for compensating for the crystal temperature response. By contrast with the oven-controlled crystal oscillator, the power consumption is low and the "running-in" period is short.

With the analog compensation method, we distinguish between direct compensation where the temperature-dependent compensation elements are connected directly in the frequency-determining crystal circuit and indirect compensation where a suitable temperature-dependent DC voltage is generated by a resistance NTC (or PTC) network, and this voltage corrects the crystal frequency via a variable-capacitance diode.

On the digitally compensated TCXO (DTCXO), the temperature-dependent compensation voltage for the varactor diode is generated digitally. This can be carried out by storing the voltage values for each temperature step (1 bit) as a table in a PROM. One more universal method practised by TQ uses a microprocessor which computes the values by polynomial approximation. The temperature and voltage values are conventionally resolved with 8 to 10 bits.

Oscillateurs à quartz commandés en tension (VCXO)

Les principales caractéristiques de l'oscillateur à quartz commandé en tension (VCXO: Voltage Controlled Crystal Oscillator) sont la plage de commande (jusqu'à 1000 ppm selon la fréquence) ainsi que la pente et la linéarité de la courbe de variation. La dérive en température est identique à celle de l'oscillateur à quartz simple avec toutefois des restrictions en cas de sollicitation importantes en matière de plage de commande et de linéarité compte tenu du réseau complexe nécessaire dans ce cas.

Oscillateurs à quartz compensés en température (TCXO)

Du fait de l'utilisation d'une méthode de compensation analogique ou numérique de la courbe de température du quartz, l'oscillateur à quartz à compensation thermique (TCXO: Temperature Compensated Crystal Oscillator) présente une excellente stabilité de la fréquence de sortie. Contrairement à l'oscillateur thermostaté, la puissance absorbée est faible et le temps de stabilisation court.

Parmi les méthodes de compensation analogique, on distingue la compensation directe, pour laquelle les éléments de compensation variables avec la température sont mis en place directement dans le circuit déterminant la fréquence du quartz, et la compensation indirecte pour laquelle un réseau de résistances CTN (ou CTP) produit une tension continue appropriée variable avec la température qui corrige la fréquence du quartz par l'intermédiaire d'une varicap.

Dans le cas des oscillateurs TCXO à compensation numérique (DTCXO), la tension de compensation variable avec la température destinée au varactor est produite de manière numérique. Pour y parvenir, les valeurs correspondant à la tension pour chaque pas de température (1 bit) sont mises en mémoire dans une PROM sous forme de tableau. Une méthode plus universelle employée chez TQ fait appel à un microprocesseur qui calcule les valeurs par approximation polynomiale.

Obwohl dieses Verfahren prinzipiell eine Temperaturstabilität besser als 1×10^{-7} erlauben würde, ist eine höhere statische Frequenzstabilität als 0.5 ppm (äußerst 0.3 ppm) allgemein nicht sinnvoll, da AT-Quarze bei raschem Temperaturwechsel ein Frequenz-Überschwingen von 0.5 ppm (und mehr) zeigen können (sog. thermal transient overshoot). Ferner ist eine Hysterese zwischen dem Temperatur-Frequenzgang beim Aufheizen und Abkühlen in der gleichen Größenordnung möglich.

Typische, mit sinnvollem technischem Aufwand realisierbare Frequenzstabilitätswerte im Arbeitstemperaturbereich sind:

Even though, in principle, this method would permit a temperature stability better than 1×10^{-7} , a static frequency stability higher than 0.5 ppm (in extreme cases 0.3 ppm) is generally not practical since AT crystals may demonstrate frequency overshoot of 0.5 ppm (and above) in the case of rapid temperature change (so-called thermal transient overshoot). Moreover, hysteresis is possible between the temperature-frequency response when heating and cooling in the same order of magnitude.

Typical frequency stability values which can be implemented with feasible technical effort and expense in the operating temperature range are as follows:

Les valeurs de température et de tension correspondent habituellement à une résolution de 8 à 10 bits.

Bien que cette méthode permettrait en principe d'obtenir une stabilité de température supérieure à 1×10^{-7} , une stabilité de fréquence statique supérieure à 0.5 ppm (0.3 ppm au plus) n'est en général pas utile, vu que les quartz AT peuvent présenter, en cas de variation rapide de la température, une suroscillation de 0.5 ppm (et plus) ("thermal transient overshoot"). Une hystérésis est en outre possible entre la courbe de température-fréquence à l'échauffement et au refroidissement, dans le même ordre de grandeur.

Les valeurs de stabilité de fréquence dans la plage de température de service typique et réalisables avec des moyens techniques raisonnables sont les suivantes:

direkte analoge Kompensation Direct analog compensation Compensation analogique directe	indirekte analoge Kompensation Indirect analog compensation Compensation analogique indirecte	Digitale Kompensation (8 bit) Digital compensation Compensation numérique
- 30°... + 70° C bis/to/à ± 2 ppm ... ± 4 ppm	- 40° C + 80° C bis/to/à ± 1,0 ppm ... ± 5 ppm	- 55° C + 105° C bis/to/à ± 1.0 ppm ... ± 3 ppm
- 20°... + 60° C bis/to/à ± 1.5 ppm ... ± 3 ppm	- 20° C + 70° C bis/to/à ± 0.5 ppm ... ± 2 ppm	- 40° C + 90° C bis/to/à ± 0.5 ppm ... ± 2 ppm
0°... + 50° C bis/to/à ± 1.5 ppm ... ± 2 ppm	0° C + 50° C bis/to/à ± 0.3 ppm ... ± 1 ppm	- 20° C + 70° C bis/to/à ± 0.5 ppm ... ± 1 ppm

Temperaturstabilisierte Quarzoszillatoren (OCXO)

Die Haupteigenschaft des temperaturstabilisierten Oszillators (OCXO: Oven Controlled Crystal Oscillator) ist eine extrem gute Stabilität der Ausgangsfrequenz. Der Quarz und die frequenzbestimmenden Oszillatorelemente werden bei der Temperatur des „Umkehrpunkts“ (Minimum der TK-Kurve, siehe Seite 7) betrieben, in dessen Umgebung der Temperaturkoeffizient minimal ist. Die Verwendung eines Thermostaten bedingt jedoch eine erhöhte Leistungsaufnahme sowie eine längere Einlaufzeit. Beim temperaturstabilisierten Oszillator ist eine Temperaturstabilität von bis zu 1ppb ($1 \cdot 10^{-9}$) erreichbar. Die Leistungsaufnahme liegt bei 25° C zwischen 0.5 und 10 Watt.

Oven-controlled crystal oscillators (OCXO)

The main characteristic of the oven-controlled crystal oscillator (OCXO) is an extremely good stability of the output frequency. The crystal and the frequency-determining oscillator elements are operated at the temperature of the "inversion point" (minimum of the TK curve, see Page 7, in the area of which the temperature coefficient is minimum. However, using a thermostat requires an increased power consumption and a longer "running-in" period. A temperature stability of up to 1ppb ($1 \cdot 10^{-9}$) is achieved on the oven-controlled crystal oscillator. The power consumption is between 0.5 and 10 W at 25 °C.

Oscillateurs à quartz thermostatés (OCXO)

La principale caractéristique de l'oscillateur Thermostaté (OCXO: Oven Controlled Crystal Oscillator) est une excellente stabilité de la fréquence de sortie. Le quartz et les éléments de l'oscillateur déterminant la fréquence sont utilisés à la température du "point d'inversion" (minimum de la courbe TK, voir la page 7, à proximité duquel le coefficient de température est le plus faible. Toutefois, l'utilisation d'un thermostat implique une augmentation de la puissance absorbée de même qu'un temps de stabilisation Thermostaté en température pouvant atteindre 1ppb ($1 \cdot 10^{-9}$). La puissance absorbée est comprise entre 0.5 et 10 watts à 25 °C.

**Einige wichtige Begriffe:****Nennfrequenz:**

Die Frequenz, nach der der Oszillator im Datenblatt benannt ist.

Frequenztoleranz:

Maximal zulässige Abweichungen von der Nennfrequenz unter bestimmten Betriebsbedingungen. Möglich ist auch die Angabe einer Gesamttoleranz, die die Frequenzabweichung als Summe verschiedener Betriebsparameteränderungen (Temperatur, Betriebsspannung, Last, Alterung) zusammenfaßt.

Frequenzversatz:

Die in Bezug auf die Nennfrequenz einzustellende Frequenzdifferenz, damit die Frequenzabweichung von der Nennfrequenz für einen vorgegebenen Betriebsparameterbereich möglichst klein bleibt.

Abgleichtoleranz

Abweichung der Oszillatorfrequenz von der Nennfrequenz bei gegebenen festen Randbedingungen (Temperatur, Betriebsspannung, Ausgangslast, Ziehspannung, Trimmerstellung usw.)

Temperaturgang der Frequenz

Relativabweichung (in ppm oder ppb) der Oszillatorfrequenz bei definierten (quasistationären) Betriebsbedingungen im Arbeitstemperaturbereich bezogen auf die Frequenz bei Bezugstemperatur (üblicherweise +25°C). Sekundäre Einflüsse wie Hysterese, thermische Überschwinger und thermische Stabilisierung sind im allgemeinen nicht eingeschlossen und müssen ggf. getrennt spezifiziert werden. In Sonderfällen ist der Bezug die Nennfrequenz.

Frequenzziehbereich

Der Bereich, über den die Oszillatorfrequenz durch variable Elemente – z.B. internen oder externen Trimmer, externe (Zieh-) Spannung usw. – variiert werden kann.

A few important terms:**Nominal frequency:**

The frequency assigned to the oscillator, specified in the data sheet.

Frequency tolerance:

Maximum permissible deviations from the nominal frequency under specific operating conditions. It is also possible to state an overall tolerance which summarizes the frequency deviation as the sum of various operating parameter changes (temperature operating voltage, load, aging).

Frequency offset:

The frequency difference to be added to the specified nominal frequency so that the frequency deviation from the nominal frequency is as low as possible for a given operating parameter range.

Adjustment tolerance

Deviation of the oscillator frequency from the nominal frequency under given fixed boundary conditions (temperature, operating voltage, output load, pulling voltage and trimmer setting etc.).

Temperature stability

Relative deviation (in ppm or ppb) of the oscillator frequency under defined (quasi-steady-state) operating conditions in the operating temperature range, referred to the frequency at reference temperature (conventionally + 25 °C). Secondary influences such as hysteresis, thermal overshoot and thermal stabilization are generally not included and may need to be specified separately. In special cases, the reference value is the nominal frequency

Frequency pulling range

The range over which the oscillator frequency may be varied by means of some variable elements, e.g. an internal or external trimmer, an external (pulling) voltage etc.

Quelques termes importants:**Fréquence nominale:**

La fréquence nominale est la fréquence utilisée pour désigner l'oscillateur dans la fiche technique.

Tolérance de fréquence:

Déviations maximales admissibles de la fréquence nominale dans des conditions de fonctionnement données. Il est également possible d'indiquer une tolérance totale, la déviation de fréquence correspondant alors au total des modifications des différents paramètres de service (température, tension de service, charge, vieillissement).

Décalage de fréquence:

Le décalage de fréquence est la différence de fréquence à régler par rapport à la fréquence nominale pour que la déviation de la fréquence nominale reste aussi faible que possible pour une plage donnée de paramètres de service.

Précision d'équilibrage

Déviations de la fréquence de l'oscillateur par rapport à la fréquence nominale dans des conditions données (température, tension de service, charge de sortie, tension de tirage, position du trimmer etc.).

Courbe de température de la fréquence

Déviations relatives (en ppm ou ppb) de la fréquence de l'oscillateur pour des conditions de service définies (quasistationnaires) dans la plage de température de service, rapportée à la fréquence à la température de service (généralement +25 °C). Les influences secondaires telles que l'hystérésis, les suroscillations thermiques et la stabilisation thermique ne sont en général pas prises en compte et doivent le cas échéant être spécifiées séparément.

Plage de commande de la fréquence

Il s'agit de la plage dans laquelle la fréquence de l'oscillateur peut être modifiée à l'aide d'éléments variables comme p. ex. un trimmer interne ou externe, une tension (de déplacement) externe, etc.

Nichtlinearität der Ziehkennlinie

Maximale relative Frequenzabweichung der Ziehkennlinie vom linearen Verlauf (Regressionsgerade), bezogen auf den spezifizierten Gesamtziehbereich (in %), siehe Abb. 1.

Ziehsteilheit

Steigung der Ziehkennlinie in ppm/Volt siehe Abb. 1.

Frequenz-Belastungskoeffizient

Relative Änderung der Ausgangsfrequenz (in ppm oder ppb) bei einer prozentualen Änderung der Ausgangslastimpedanz.

Betriebsspannungskoeffizient

Relative Änderung der Ausgangsfrequenz (in ppm oder ppb) bei einer prozentualen Änderung der Betriebsspannung.

Anmerkung: Bedingt durch die geänderte Leistungsaufnahme ändert sich die Innentemperatur des Oszillators, wodurch eine zusätzlich Frequenzänderung hervorgerufen werden kann.

Anschwingzeit

Die Verzögerungszeit zwischen dem Zeitpunkt, an dem die untere spezifizierte Versorgungsspannungsgrenze überschritten wird bis zum Erreichen von 90% des Endwertes der Ausgangsamplitude (bei sinusförmigem Ausgangssignal) bzw. bis zu einer periodischen Schwingung innerhalb der logischen L- und H-Pegel (bei Logik-Ausgängen). Dabei ist die Versorgungsspannung mit einer definierten Anstiegs geschwindigkeit anzulegen.

Langzeitstabilität (Frequenzalterung)

Relative Frequenzänderung über Zeit. Diese Langzeitdrift wird verursacht durch Änderungen im Schwingquarz und/oder der Oszillatorschaltung, ausgedrückt als relative Änderung der gemittelten Frequenzwerte über ein spezifiziertes Zeitintervall, z.B. ppb/Tag, ppb/Monat, ppm/Jahr. Die Bewertung der Alterungsdaten erfolgt ab den nach 1 Tag kontinuierlichen Betriebs erfaßten Meßdaten für PXO, VCXO und TCXOs, und nach 20, bzw. 30 Tagen für

Non-linearity of the characteristic pulling

Maximum relative frequency deviation characteristics of the tuning (pulling) curve from the linear characteristic (straight line regression), referred to the specified full range deviation (in %) see fig. 1.

Pulling slope

Slope of the pulling curve in ppm/V see fig. 1.

Frequency load coefficient

The relative of the fractional change in output frequency (in ppm or ppb) to a fractional change in the load impedance.

Frequency voltage coefficient

The ratio of the fractional change in output frequency (in ppm or ppb) to a fractional change in supply voltage. Note: Owing to the change in power consumption, the internal temperature of the oscillator changes, thus possibly causing an additional change in frequency.

Start-up time

The delay time between the instant at which the lower specific supply voltage limit is exceeded until 90% of the final value of the output amplitude is reached (in the case of sinusoidal output signal) or until a periodic oscillation within the logical L and H levels (in the case of logic outputs). The supply voltage must be applied with a defined rate or rise.

Long term frequency stability (Frequency aging)

The relationship between oscillator frequency and time. This long-term drift is caused by secular changes in the crystal unit and/or elements of the oscillator circuit and should be expressed as fractional change in mean frequency per specified time interval, i.e. ppb/day, ppb/month, ppm/year. Aging is evaluated only from the data after at least one day continuous operation for PXO, VCXO and TCXOs, and after 20 or 30 days for OCXOs. The expected aging

Non linéarité de la courbe de commande

Déviations relative de fréquence maximale d'une courbe caractéristique de commande de la courbe linéaire (droite de régression), voir la fig. 1.

Pente de tirage

Croissance de la courbe caractéristique de commande en ppm/volts, voir la fig. 1.

Coefficient de charge

Modification relative de la fréquence de sortie (en ppm ou ppb) avec une modification en pourcentage de l'impédance de charge.

Coefficient de tension d'alimentation

Modification relative de la fréquence de sortie (en ppm ou ppb) avec une modification en pourcentage de la tension d'alimentation. Note: compte tenu de la modification de la puissance absorbée, la température interne de l'oscillateur change, ce qui peut être à l'origine d'une modification de fréquence supplémentaire.

Temps d'amorçage des oscillations

Temps de retard entre le moment où la limite de tension d'alimentation inférieure spécifiée est dépassée et le moment où l'amplitude de sortie atteint 90% de sa valeur finale (en cas de signal de sortie sinusoïdal) ou jusqu'à l'apparition d'une oscillation périodique dans les niveaux L et H logiques (en cas de sortie logique). La tension d'alimentation doit être appliquée avec une vitesse de montée définie.

Stabilité à long terme (vieillesse de la fréquence)

Modification relative de la fréquence dans le temps. Cette dérive à long terme est due à des modifications du quartz et/ou du circuit oscillateur, exprimée par la modification relative des fréquences moyennes sur un intervalle de temps spécifié, p. ex. ppb/jour, ppb/mois, ppm/an. Le vieillissement est évalué à partir des données enregistrées après une journée de fonctionnement continue pour les PXO, VCXO et TCXO et après 20 ou 30



OCXOs. Die erwartete Alterung über den gemessenen Zeitraum hinaus wird durch logarithmische Extrapolation berechnet.

rate beyond the measurement time is computed by logarithmic extrapolation.

jours pour les OCXO. Le vieillissement prévu au-delà de la période de mesure est calculé par extrapolation logarithmique.

Frequenzmodulations-Verzerrung (Klirrfaktor):

Verzerrungen, die beim Modulationsvorgang durch die Nichtlinearität der Modulationskennlinie entstehen. Klirrfaktor des Ausgangssignals nach Demodulation des frequenzmodulierten Oszillatorsignals in Abhängigkeit von Frequenzhub und Modulationsfrequenz.

Frequency modulation distortion (distortion factor).

Distortion produced during the process of modulation owing to the non-linearity of the modulation characteristic. Distortion factor of the output signal after demodulation of the frequency-modulated oscillator signal as a function of the frequency variation and modulation frequency.

Distorsion de modulation de fréquence (facteur de distorsion):

Distorsions apparaissant au cours du processus de modulation en raison de la non linéarité de la courbe caractéristique de modulation. Facteur de distorsion du signal de sortie après démodulation du signal modulé en fréquence de l'oscillateur en fonction de l'excursion de fréquence et de la fréquence de modulation.

Ziehkennlinie

Pulling characteristic

Courbe caractéristique de commande

Abb. 1a / fig. 1a

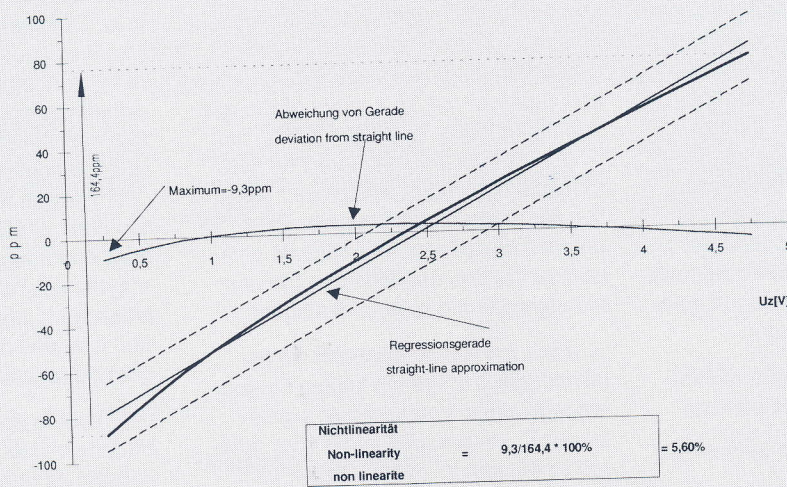
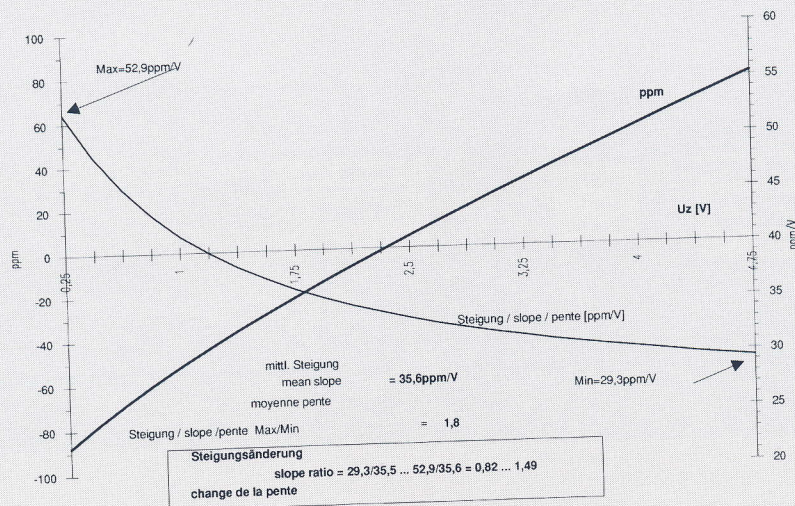


Abb. 1b / fig. 1b



Kurzzeitfrequenzstabilität:

Die üblichen Größen zur Angabe der Kurzzeitstabilität eines Oszillators sind im Zeitbereich die Allan-Varianz $\sigma_y^2(t)$ sowie im Frequenzbereich die trägerbezogene spektrale Leistungsdichte $\mathcal{L}(F)$. Die Allan-Varianz $\sigma_y^2(t)$ wird aus einer größeren Anzahl M von Messungen ermittelt, bei denen die aufeinanderfolgend gemessenen relativen Frequenzschwankungen $y_{k, k+1}$ ausgewertet werden:

Short-term frequency stability:

The conventional parameters specifying the short-term stability of an oscillator are, in the time range, the Allan variance $\sigma_y^2(t)$ and, in the frequency range, the carrier-related spectral power density $\mathcal{L}(F)$. The Allan variance $\sigma_y^2(t)$ is determined from a large number M of measurements during the course of which the consecutively measured relative frequency fluctuations $y_{k, k+1}$ are evaluated:

Stabilité de fréquence à court terme

Les grandeurs utilisées actuellement pour indiquer la stabilité à court terme d'un oscillateur sont la variance d'Allan (Formel) en ce qui concerne le temps et la puissance volumique spectrale $\mathcal{L}(F)$ rapportée à la porteuse en ce qui concerne la fréquence. La variance d'Allan (Formel) est déterminée à partir d'un nombre M de mesures important qui analysent les variations de fréquence relatives mesurées successivement $y_{k1 k+1}$:

$$\sigma_y^2(\tau) = \frac{1}{M-1} \sum_{k=1}^{M-1} \frac{(Y_{k+1} - Y_k)^2}{2}$$

Hierbei darf die Wiederholzeit T nur unwesentlich größer als die Meßzeit sein. Die Messung wird für verschiedene Meßzeiten durchgeführt und als Effektivwert der relativen Frequenzschwankungen wie in Abb. 2 dargestellt. $\mathcal{L}(F)$ wird in der Regel an zwei gleichartigen Oszillatoren gemessen, die über einen Phasenregelkreis auf der gleichen mittleren Frequenz gehalten werden. Das Mischprodukt der beiden Oszillatoren bzw. das Regelsignal der Schleife wird ausgewertet.

$\mathcal{L}(F)$ ist das Einseitenbandrauschleistungsspektrum der Phasenschwankungen in dBc, bezogen auf die Trägersignalleistung P_c .

In this case, the repetition time T should not be longer than the measuring time. The measurement is conducted for various measurement times and represented as a value of the relative fluctuations as shown in Fig. 3a.

$\mathcal{L}(F)$ is generally measured on two identical oscillators which are held at the same average frequency via a phase-locked loop. The mixture product of the two oscillators or the control signal of the loop is evaluated.

$\mathcal{L}(F)$ is the single sideband noise power spectrum of the phase fluctuations, referred to the carrier signal power P_c , expressed in dB and, referred to the carrier (dBc) it is the frequency spacing from the carrier (Fourier frequency)

Le temps de répétition T ne doit être que faiblement supérieur au temps de mesure. La mesure est effectuée pour différents temps de mesure et est représentée sous forme de valeur effective des variations relatives de fréquence conformément à la fig. 3a.

$\mathcal{L}(F)$ est en règle générale mesurée sur deux oscillateurs identiques qui sont maintenus sur la même fréquence moyenne à l'aide d'un circuit de régulation de la phase. On analyse le produit issu des deux oscillateurs ou le signal de régulation de la boucle.

$\mathcal{L}(F)$ est le spectre de puissance de bruit de bande latérale unique des variations de phase rapporté à la puissance du signal de porteuse P_c exprimé en dB rapporté au porteur (dBc) est l'écart de fréquence par rapport à la porteuse (fréquence de Fourier).

$$\mathcal{L}(F) = 10 \cdot \lg \frac{S_\varphi(F)}{P_c}$$

$$\text{mit } S_\varphi(F) = \frac{\text{Leistungsdichte des Phasendetektorausgangssignals}}{(\text{Phasendetektorkonstante})^2}$$

$$\mathcal{L}(F) = 10 \cdot \lg \frac{S_\varphi(F)}{P_c}$$

$$\text{where } S_\varphi(F) = \frac{\text{power density of the phase detector output signal}}{(\text{phase detector constant})^2}$$

$$\mathcal{L}(F) = 10 \cdot \lg \frac{S_\varphi(F)}{P_c}$$

$$\text{avec } S_\varphi(F) = \frac{\text{Puissance volumique du signal de sortie du détecteur de phase}}{(\text{Constante du détecteur de phase})^2}$$



F ist der Frequenzabstand vom Träger (Fourierfrequenz).

F is the frequency spacing with respect to the carrier (Fourier frequency)

F est l'écart de fréquence par rapport à la porteuse (fréquence de Fourier).

Abb. 2 / fig. 2

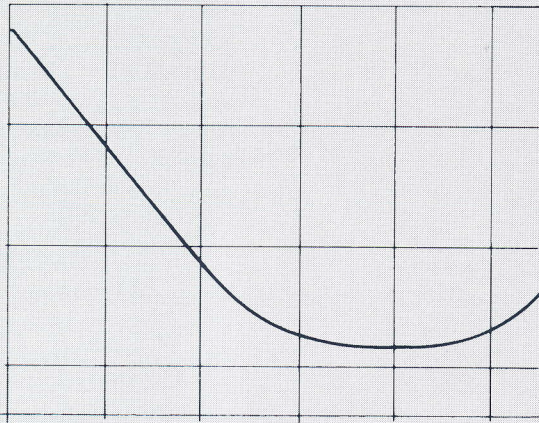
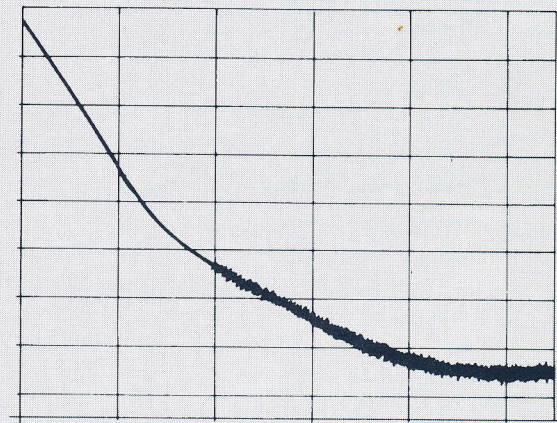


Abb. 3 / fig. 3



$\mathcal{L}(F)$ wird entweder bei einzelnen Frequenzen F angegeben oder in logarithmischer Darstellung entsprechend Bild 3 charakterisiert.

$\mathcal{L}(F)$ is either specified at individual frequencies F or represented with a logarithmic representation as shown in figure 3.

$\mathcal{L}(F)$ est indiqué soit pour des fréquences F isolées ou représenté sous forme logarithmique conformément à la figure 3.

Meßtechnik:

Measurement system:

Technique de mesure:

Abb. 4 / fig. 4

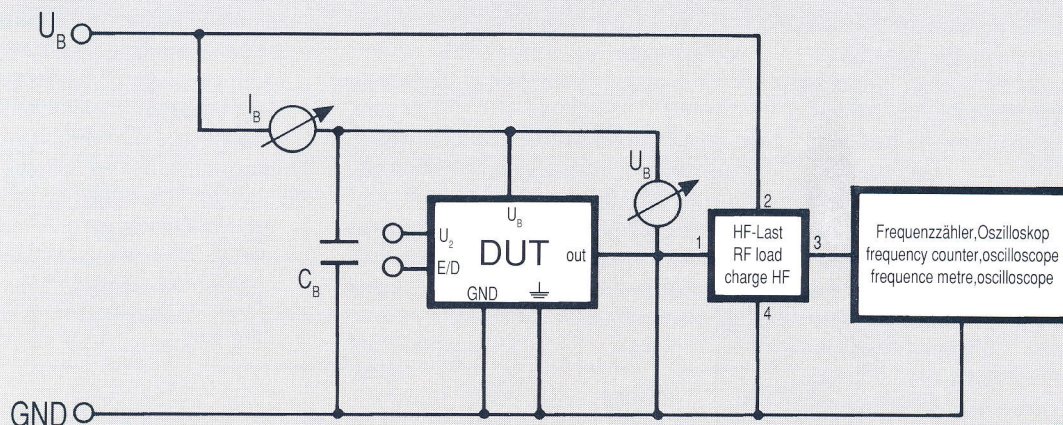


Abb. 5.1 / fig. 5.1

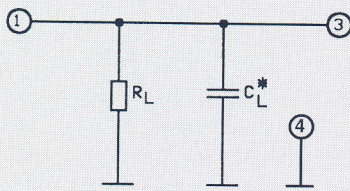


Abb. 5.2 / fig. 5.2

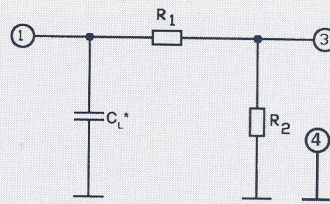
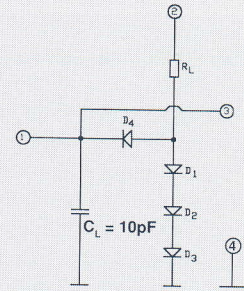


Abb. 5.3 / fig. 5.3



$D_1 \dots D_4 = 1 \text{ N } 4151$

Abb. 5.4 / fig. 5.4

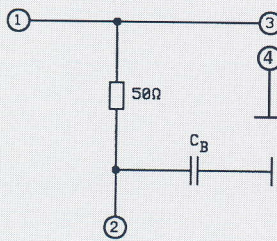
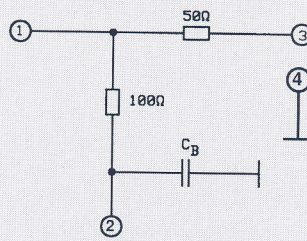
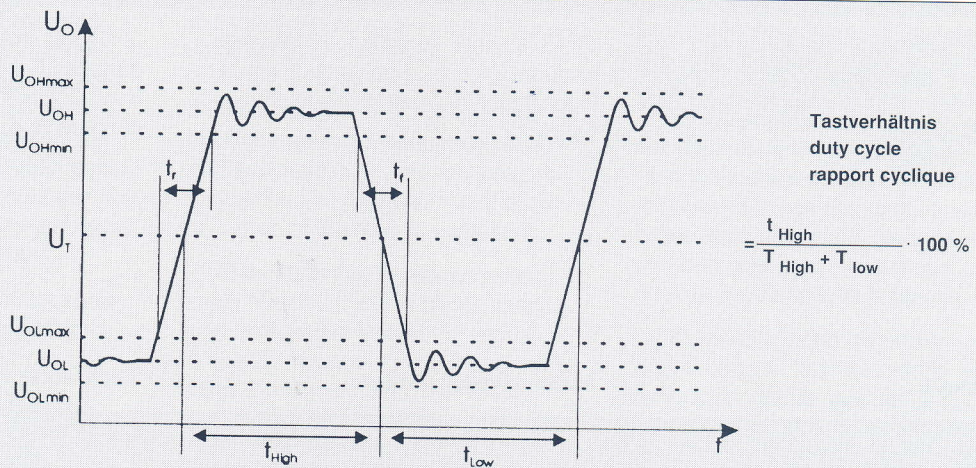


Abb. 5.5 / fig. 5.5



$C_B = 1 \text{ nF} \dots 10 \text{ nF}$

Abb. 6 / fig. 6



	Standard TTL	LSTTL	STTL	ALSTTL	HCMOS	CMOS-komp.	ECL 10kHz	ECL 100 k
$U_{DL} \text{ max}$	0.4 V	0.4 V	0.5 V	0.5 V	0.5 V	1.0 V	-1.63 V	-1.62 V
$U_{DL} \text{ min}$	0 V	0 V	0 V	0 V	0 V	0 V	-1.95 V	-1.81 V
$U_{OH} \text{ max}$	5.0 V	5.0 V	5.0 V	5.0 V	5.0 V	5.0 V	-0.81 V	-0.88 V
$U_{OH} \text{ min}$	2.4 V	2.7 V	2.7 V	2.7 V	4.5 V	4.0 V	-0.98 V	-1.025 V
U_T	1.5 V	1.5 V	1.5 V	1.5 V	2.5 V	2.5 V	-1.3 V	-1.3 V
I_{OL}^*	-1.6 mA	-0.4 mA	-2.0 mA	-0.1 mA	-	-	-	-
J_{OH}^*	40 μA	20 μA	50 μA	20 μA	-	-	-	-
Fig.	5.3	5.3	5.3	5.3	5.1/5.2	5.1/5.2		
$R_L = \frac{R^*}{\text{Fan out}}$	$C_L = C_L^* \cdot \text{Fan out}$	R_L^*	2.4 k Ω	9.7 k Ω	2.0 k Ω	7.5 k Ω		
		C_L^*					5	5

* für/for/pour Fan-out=1

**Check-Liste zur Quarzoszillator-spezifikation:****1. Äußere Beschreibung**

- Gehäuseabmessungen
- elektrische Anschlüsse
- Beschriftung

2. Betriebsbedingungen

- Betriebsspannung(en)
- Eingangsleistung
- Arbeits-, Betriebs-, Lager-temperaturbereich

3. Frequenzverhalten

- Nennfrequenz
- Frequenztoleranz bei Nennbedingungen
- Frequenztoleranz im Arbeits-temperaturbereich
- Frequenz-Ausgangsbelastungs-koeffizient
- Frequenz-Betriebsspannungs-koeffizient
- Frequenzalterung
- Frequenzeinstellung

4. Ausgangseigenschaften

- Ausgangsspannung oder Ausgangsleistung
- Ausgangskurvenform
- Ausgangsimpedanz

Weitere Eigenschaften (z.B. Modulationseigenschaften beim VCXO, Einlaufverhalten beim OCXO, Kurzzeitfrequenzstabilität) sind gegebenenfalls zusätzlich zu spezifizieren.

Einige Eigenschaften sind nur auf Kosten anderer Merkmale zu verwirklichen. Beispiele für solche nicht ohne weiteres gleichzeitig zu realisierende Anforderungen sind z.B.:

Extreme Phasenrauschforderungen sind nur bei höherer Quarzbelastung zu erreichen und verschlechtern damit die Alterung. Bei gleicher Frequenz ist eine geringe Alterung bei Obertonquarzen leichter zu erzielen, damit geht aber eine kleinere Ziehfähigkeit einher, da C_1 proportional $\frac{1}{n^2}$ ist.

Checklist for crystal oscillator specification:**1. External description**

- package dimensions
- pin connections
- marking

2. Operating conditions

- operating voltage(s)
- input power
- operating, operable, storage temperature range

3. Frequency characteristics

- nominal frequency
- frequency tolerance
- frequency output variation due to change in load impedance
- frequency output change due to supply voltage change
- frequency ageing
- frequency adjustment

4. Output characteristics

- output voltage or output power
- output waveform
- output impedance

Other characteristics (e.g. modulation characteristics on the VXCO, running-in behavior on the OCXO, short-term frequency stability) may also need to be specified additionally.

Certain characteristics can be implemented only at the expense of other features. Examples of such requirements which cannot be implemented at the same time easily include, for instance:

extreme phase noise requirements can be achieved only with high drive level and thus impair the aging. At the same frequency, slight aging in the case of harmonic crystals can be achieved more easily, but this is associated with a reduced pulling capability since C_1 is proportional to $\frac{1}{n^2}$.

Liste de contrôle pour la spécification des oscillateurs à quartz:**1. Description extérieure**

- Dimensions du boîtier
- brochage
- marquage

2. Conditions de service

- tension(s) d'alimentation
- Puissance d'entrée
- Plage de température de travail, de service, de stockage

3. Comportement en fréquence

- fréquence nominale
- tolérance de fréquence
- dérive de fréquence en fonction des variations de charge
- dérive de fréquence en fonction des variations de tension d'alimentation
- Coefficient de fréquence-tension de service
- vieillissement
- calage de la fréquence

4. Caractéristiques de sortie

- Tension de sortie ou puissance de sortie
- forme d'onde
- Impédance de sortie

Spécifier également le cas échéant les autres caractéristiques par ex. les caractéristiques de modulation dans le cas du VCXO, le comportement d'amorçage des oscillations dans le cas du OCXO, la stabilité de fréquence à court terme).

Certaines caractéristiques ne peuvent être obtenues qu'au détriment d'autres caractéristiques. Exemples de ces caractéristiques ne pouvant pas être obtenues simultanément sans compromis:

Les exigences extrêmes en matière de bruit de phase ne peuvent être remplies qu'avec une charge importante du quartz et agissent ainsi au détriment des caractéristiques de vieillissement. Pour une même fréquence, une altération réduite est plus facile à obtenir avec des quartz oscillateurs d'harmoniques, ce qui entraîne toutefois une réduction de la capacité de tirage vu que C_1 est proportionnelle à $\frac{1}{n^2}$.

Ein großer Frequenzziehbereich ist nur bei relativ geringer Einstellgenauigkeit möglich, falls man keine zusätzliche Feineinstellmöglichkeit vorsieht.

Ein großer Ziehbereich verschlechtert im allgemeinen den Temperaturgang der Frequenz.

Die folgenden Datenblätter unserer Standardreihen und ausgewählten Sondermodelle stellen meist verkürzte Fassungen dar.

Weitere Informationen auf Anfrage.

A broad frequency pulling range can be achieved only with relatively low setting accuracy if no additional precision adjustment facility is provided.

A large pulling range generally worsens the temperature response of the frequency.

The following data sheets of our standard series and selected special models are generally only abridged data sheets.

Further information on request.

Une plage de commande de la fréquence élevée n'est possible qu'avec une précision de réglage relativement faible si l'on ne prévoit pas de possibilité de réglage fin supplémentaire.

Une plage de commande importante détériore en général la variation de la température de la fréquence.

Les fiches techniques suivantes correspondant à nos séries standards et à nos modèles spéciaux sélectionnés sont le plus souvent des versions abrégées. Informations supplémentaires sur demande.

Normen für Quarzoszillatoren

Standards for crystal oscillators

Normes concernant les oscillateurs à quartz

(DIN) IEC Standards:

(DIN) IEC	679:	– Quartz crystal controlled oscillators.
	679-1 (1980)	Part 1: General information, test conditions and methods. Amendment No. 1 (1985)
	679-2 (1981)	Part 2: Guide to the use of quartz crystal controlled oscillators.
	679-3 (1989)	Part 3: Standard outlines and lead connections. First supplement (1991)

IEC Q publications in preparation

MIL Standards

MIL – O – 55310 B: General Specifications for Crystal Oscillators
 MIL – STD – 883 C: Test Methods and procedures for microelectronics

CECC publications and European standards

CECC 69000 (EN 169000)	Fachgrundspezifikation: Quarzoszillatoren	Generic specification: Quartz crystal oscillators	Spécification générale: Oscillateurs à quartz
CECC 69100 (EN 169100)	Rahmenspezifikation: Quarzoszillatoren	Sectional specification: Quartz crystal oscillators	Spécification intermédiaire: Oscillateurs à quartz
CECC 69101 (EN 169101)	Vordruck für Bauart- spezifikation: Quarzoszillatoren	Blank detail specification: Quartz crystal oscillators	Spécification particulière cadre: Oscillateurs à quartz
CECC 69200 (EN 169200)	Rahmenspezifikation: Quarzoszillatoren (Bauartzulassung)	Sectional specification: Quartz crystal oscillators (Qualification approval)	Spécification intermédiaire: Oscillateurs à quartz (Homologation)
CECC 69201 (EN 169201)	Vordruck für Bauartspezifikation: Quarzoszillatoren (Bauartzulassung)	Blank detail specification: Quartz crystal oscillators (Qualification approval)	Spécification particulière cadre: Oscillateurs à quartz (Homologation)
CECC 00200	Liste der zugelassenen Erzeugnisse	Qualified product list	Liste de produits homologués
CECC MUAHAG	Liste bevorzugter Produkte	Preferred product list	Liste préférentielle de composants