

Kamm - Generator mit 100 MHz Spektrallinien
Comb - Generator with 100 MHz spectrum lines



Technische Daten		Specifications
Anschluss: Buchse	N, 50 Ω	Connector: female
Ausgang - Spannungspegel typisch	siehe Liste Seite 7 / see Table Page 7	Output voltage level typical
Frequenzgenauigkeit	$\pm 1,5 \times 10^{-6}$ (-20°C+70°C)	Frequency error
Abmessungen BxHxT	105 x 80 x 130 mm	Dimension
Typ. Betriebsdauer	8 h	Typical operation time
Stromversorgung	3.7 V, 2.6 Ah LiOn	Power supply
Gewicht (incl. Akku)	430 g	Weight (incl. battery)

Beschreibung

Der Kamm-Generator SG 9302 C erzeugt ein Linienspektrum im Frequenzbereich von 100 MHz bis 18 GHz. Zusammen mit einer Antenne kann er als Emissionsquelle zur Überprüfung von Freifeldern, Absorberkammern oder GTEM-Zellen eingesetzt werden. Natürlich können auch Einzelkomponenten wie Messempfänger, Spektrum-Analysatoren, Kabel und Dämpfungsglieder überwacht werden.

Da alle 100 MHz eine Spektrallinie (Sinussignal) vorliegt, ist der Betrieb einfach und zeitsparend. Durch den eingebauten Akku ist er in vielen Fällen eine flexible, einfache und kostengünstige Alternative zu Messsendern, die im Frequenzbereich >3,6 GHz immer noch teuer und dadurch selten verfügbar sind.

Der Ausgangspegel ist für einen Kamm-Generator relativ hoch und das Spektrum reicht bis über 18 GHz. Da die N - Buchse jedoch nur bis 18 GHz spezifiziert ist, wurde diese Frequenzgrenze für das Gerät angesetzt.

Als Frequenznormal wird ein VCTCXO eingesetzt. Diese Abkürzung steht für „Voltage Controlled Temperature Compensated Crystal Oscillator“.

Die an sich schon geringe Temperaturabhängigkeit des Quarzes wird durch eine Kompensationsschaltung nochmals verbessert. Außerdem kann die Frequenz in einem geringen Umfang durch eine Steuerspannung verändert werden. Dadurch können kleine Frequenzabweichungen zwischen dem Kamm-Generator und einem Empfänger eliminiert und Kollisionen mit Fremdsignalen im Freifeld umgangen werden.

Description

The comb-generator SG 9302 C produces a frequency spectrum consisting of lines with 100 MHz spacing up to 18 GHz. In combination with an antenna it can be used as an emission source for testing open area test sites, anechoic chambers or GTEM-cells. Single components like measuring receivers, spectrum analysers, cables and attenuators can be tested as well.

The operation is very simple and time saving because the spectrum lines are always present without any tuning procedure. The built in rechargeable battery makes it a versatile, simple and cost effective substitute for signal generators, which are still very expensive and therefore rare in the frequency range above 3,6 GHz.

The output level is relatively high for a comb-generator and the lines go well beyond 18 GHz. The limit for N-connectors is 18 GHz, so this limit is also given for the generator, though the spectrum is wider.

A VCTCXO is used as frequency standard. This abbreviation stands for "Voltage Controlled Temperature Compensated Crystal Oscillator".

The very good frequency stability of a crystal is made even better by a compensation circuit. Furthermore the nominal frequency can be tuned in a narrow range using a tuning voltage. This makes it possible to compensate small frequency differences between the comb-generator and a receiver. In open area test sites collisions with environmental signals can be avoided by tuning the frequency slightly.

Inbetriebnahme**Aufstellung**

Der SG 9302 C ist vornehmlich zum Gebrauch in Innenräumen bestimmt. Üblicherweise wird er innerhalb oder nahe bei Labor-, Abschirm- oder Absorberkammern aufgestellt. Bei Freifeldmessungen ist er vor Witterungseinflüssen jeglicher Art, besonders aber Feuchtigkeit, zu schützen.

Einschalten

Mit dem Piloten-Schalter wird das Gerät eingeschaltet. Der Schalter wird nach oben gedrückt. Wenn der Akku genügend Ladung hat leuchtet die „On“ LED grün. Leuchtet die rote „Low Bat“ LED kann nur noch kurze Zeit mit dem Gerät gearbeitet werden. Leuchtet die LED nicht, obwohl das Gerät eingeschaltet ist, dann hat die interne Unterspannungsabschaltung den Akku abgeschaltet.

Nach einer erneuten Ladung ist das Gerät wieder betriebsbereit. Der rechte Drehknopf "- Δf +" wird so gedreht, dass die Knopfmarkierung auf "100 MHz" steht. Damit ist das Gerät betriebsbereit und kann z. B. mit einer Antenne verbunden werden.

Gefahrenhinweis

Keinesfalls sollte der Ausgang des Gerätes direkt mit einem Empfänger oder Spektrum - Analysator verbunden werden, da dadurch deren Eingangsschaltung gefährdet werden könnte! Immer ein 10-dB-Dämpfungsglied vorschalten und die meist automatisch eingeschaltete 10 dB-Dämpfungsstufe des Empfängers eingeschaltet lassen!

Beginning of operation**Operation environment**

The SG 9302 C is preferably used in buildings. Normally it is operated in laboratory rooms and chambers. While using on open area test sites, it must be protected from weather conditions, especially humidity.

Switching ON

The device is turned on with the pilot-style power-switch. Push the switch to the upper side. The green LED "On" indicates the proper charged battery. The red LED "Low Bat" means the battery is nearly empty. If the LED is dark even when the generator is turned on, the rechargeable battery is disconnected because of low voltage.

After charging the generator will be ready for operation. Turn the control on the right side of the front panel "-Δf +" in such a way that the white line on the knob points to "100 MHz". The comb-generator is now ready for measurement and can be connected, for example to an antenna.

Warning

Never connect the output of the comb-generator directly to the input of a receiver or spectrum-analyzer because there is potential danger for their input circuit. Always use a 10-dB-attenuator on the RF-input and don't switch off the automatic (default) 10 dB-attenuation of the receiver or spectrum-analyzer.

Messpraxis**Practical measurement****Das Spektrum (Amplitude)**

Das vom SG 9302 C gelieferte Spektrum erstreckt sich von der Grundfrequenz 100 MHz bis etwa 20 GHz. Der angegebene Frequenzbereich bis 18 GHz leitet sich aus der Tatsache ab, dass die N-Buchse nur bis 18 GHz spezifiziert ist. Von einer SMA-Buchse an der Frontplatte wurde bewusst abgesehen, weil sie im praktischen Betrieb wegen ihrer kleinen Abmessungen im alltäglichen Einsatz leicht beschädigt werden kann.

Die Amplitude der Spektrallinien wird mit höherer Frequenz kleiner, wobei jedoch kleine Schwankungen überlagert sind.

Im Gegensatz zu einem Messsender, der seine Einzelfrequenz durch Spannungsmessung und eine Regelschaltung konstant halten kann, ist das Ausgangsspektrum des Kamm-Generators ausgangsseitig unreguliert. Exemplarabhängige und andere Schwankungen sind daher normal. Messungen sollten daher als Differenzmessungen durchgeführt werden.

Frequenzabweichungen

Durch den temperaturkompensierten Quarzoszillator wird eine maximale Abweichung von $\pm 1.5 \times 10^{-6}$ (-20°C - $+70^\circ\text{C}$) erreicht. Obwohl das ein guter Wert ist, muss der Frequenzgenauigkeit, wegen der hohen Frequenzen, doch erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden

Bei 18 GHz (schlimmstenfalls) beträgt die maximale absolute Frequenzabweichung ± 27 kHz. Da auch das Empfangsgerät eine Frequenzabweichung in vergleichbarer Größenordnung haben kann, muss mit einer größeren Gesamtabweichung gerechnet werden.

Wird nun z. B. bei einer Felddämpfungsmessung ein kontinuierlicher Frequenzscan durchgeführt, ist das kein Problem, da das Maximum ungeachtet seiner genauen Frequenz gefunden wird. Werden jedoch nur die erwarteten Frequenzen abgestimmt, kann es zu erheblichen Fehlern kommen, wenn nicht entsprechend große Bandbreiten eingestellt werden. Das ist in der Regel jedoch nicht der Fall, da große Bandbreiten zu größerer Rauschanzeige führen, was meist untragbar ist.

Spectrum (Amplitude)

The spectrum delivered by the SG 9302 C covers the frequency range from 100 MHz to approximately 20 GHz. The upper limit of 18 GHz results from the fact, that N-connectors are specified up to 18 GHz only. We deliberately banned SMA from the front panel because it suffers more from mechanical stress due to its tiny dimensions.

The amplitude of the spectrum shows a continuous decay towards higher frequency with some minor "ripple".

In contrast to a typical signal generator, which can control the output level by rectifying and comparing it to a stable DC-voltage, the output spectrum of a comb-generator is unregulated. This means that the spectrum differs between units and also depends on other factors to a certain degree. It is good practise to prefer differential (compensation) measurement

Stability of frequency

Using a temperature compensated crystal oscillator the frequency error is limited to $\pm 1.5 \times 10^{-6}$ (-20°C - $+70^\circ\text{C}$). Even though this is good already, we have to take this point into consideration especially at higher frequencies.

At 18 GHz (worst case) the absolute maximum frequency error is ± 27 kHz. The receiver may also have a comparable error which means that we have to face a potential higher frequency difference.

If a continuous frequency scan is made for a site attenuation measurement, this is no problem because the maximum of each spectrum line will be found anyway. In the case that only the expected frequencies are tuned, there are potential errors when the resolution bandwidth is not wide enough to compensate the tuning error. This is usually not the case because the resolution bandwidth is chosen relatively narrow to keep the noise down.

Absichtliche Frequenzverstimmung

Mit der Feinverstimmung "- Δf +" kann die Referenzfrequenz in engen Grenzen verändert werden. Die rote LED leuchtet, wenn die Verstimmung aktiv ist, da eine unbeabsichtigte und unerkannte Verstimmung leicht zu Fehlmessungen führen kann.

Die gerastete Stellung "100 MHz" entspricht dem Normalzustand (LED dunkel). Die gewollte Frequenzverstimmung kann dazu dienen, einen eventuellen Frequenzversatz eines Empfängers zu kompensieren. Dabei muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass im Gegensatz zum Kamm-Generator, Empfänger und Spektrumanalysatoren oft keinen einfachen Zusammenhang zwischen Referenzfrequenz und Empfangsfrequenz aufweisen. Die Kompensation bei einer bestimmten Frequenz kann bei einer anderen Frequenz völlig kontraproduktiv sein. Weiterhin kann durch eine gewollte Frequenzablage die Spektrallinie neben ein störendes Fremdsignal geschoben werden.

Diagramm und Tabelle

Die gemessenen Werte sind als typisch zu betrachten. Exemplar Abhängig kann es zu Abweichungen kommen. Besonders bei Frequenzen im GHz-Bereich führt jedes Kabelstück und jeder Übergang zu beträchtlichen Dämpfungen.

Für diese Messung wurde der Ausgang des SG 9302 C ohne jedes Kabelstück direkt unter Zwischenschaltung eines Übergangsstückes N-Stecker / N-Stecker und eines hochwertigen 10-dB-Dämpfungsgliedes mit dem Eingang des Spektrum - Analysators verbunden.

Die nachfolgende Tabelle gibt die Spannungspegel der Spektrallinien in [dBμV]. Um die Leistungspegelwerte in [dBm] zu erhalten, muss von den Spannungspegelwerten in [dBμV] 107 dB subtrahiert werden.

Intentional frequency tuning

Using the frequency fine tuning control "-Δf +" the reference frequency can be shifted in a narrow range. The red LED illuminates when the fine tune is active to avoid unintentional frequency shifting which could result in wrong measurement.

The fixed position "100 MHz" is the standard position (LED dark). The intentional frequency tuning can be used to compensate for a frequency difference between the SG 9302 C and a receiver. However it must be considered that in contrast to a comb-generator, a receiver or spectrum-analyser has no simple relation between reference frequency and receiving frequency.

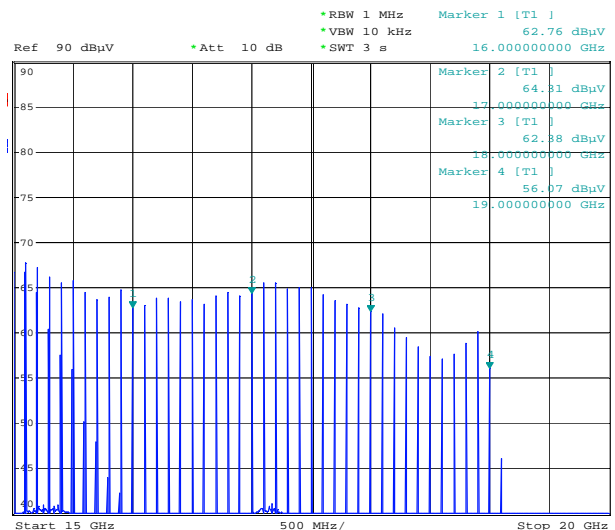
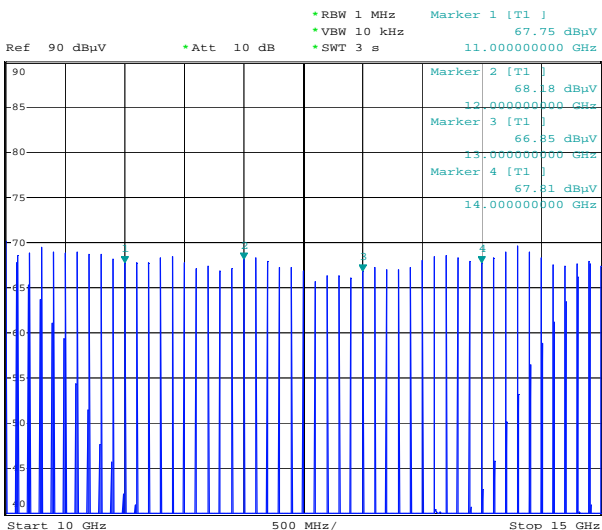
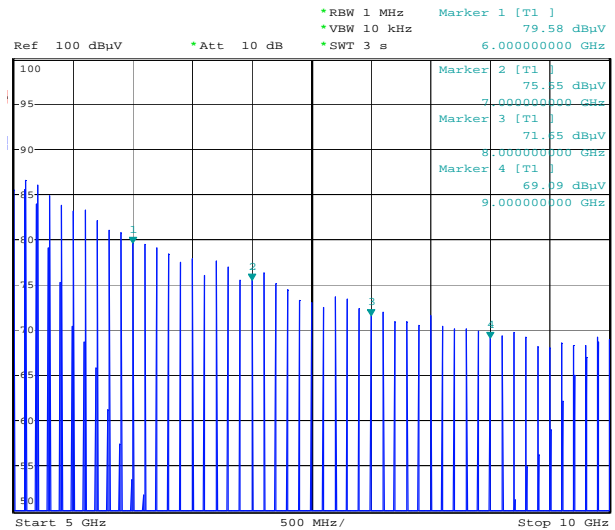
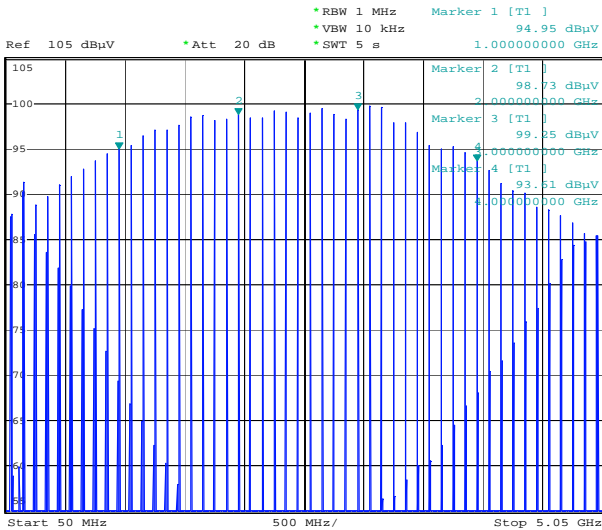
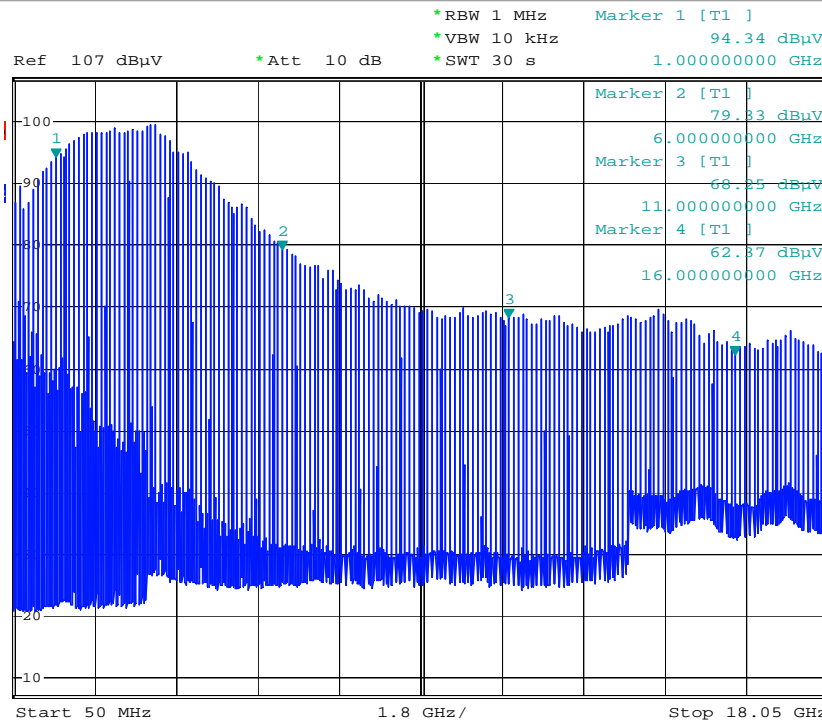
A perfect tracking on one frequency may cause a severe offset somewhere else. Frequency tuning may also be helpful to avoid collisions with interfering signals for example in an open area test site.

Diagram and table

The measurement must be considered as typical. The absence of output level control leads to differences between units. Especially in the GHz-range cables and adapters may cause substantial loss.

The measurement was made by connecting the output of the SG 9302 C to the RF-input of the spectrum-analyser via a qualified 10-dB-attenuator and an adapter N-connector / N-connector.

The table shows the voltage level of the spectrum lines in [dBμV]. To get the power level in [dBm] subtract 107 dB from the voltage level in [dBμV].





f [GHz]	U [dBµV]	f [GHz]	U [dBµV]	f [GHz]	U [dBµV]	f [GHz]	U [dBµV]
0.1	86.8	5.1	86.4	10.1	68.3	15.1	66.9
0.2	89.8	5.2	85.9	10.2	67.9	15.2	65.7
0.3	86.1	5.3	84.4	10.3	68.3	15.3	63.9
0.4	87.5	5.4	83.3	10.4	68.5	15.4	64.8
0.5	89.4	5.5	82.3	10.5	69.0	15.5	65.3
0.6	90.9	5.6	82.6	10.6	68.6	15.6	63.7
0.7	91.9	5.7	81.7	10.7	68.6	15.7	63.4
0.8	92.7	5.8	80.3	10.8	68.0	15.8	63.5
0.9	93.8	5.9	79.9	10.9	67.3	15.9	63.1
1.0	94.4	6.0	79.6	11.0	67.2	16.0	62.0
1.1	94.9	6.1	79.2	11.1	67.8	16.1	62.9
1.2	95.4	6.2	78.7	11.2	68.0	16.2	63.0
1.3	96.5	6.3	78.4	11.3	68.3	16.3	63.6
1.4	97.0	6.4	77.3	11.4	68.1	16.4	62.8
1.5	97.3	6.5	76.8	11.5	67.2	16.5	62.5
1.6	98.1	6.6	75.8	11.6	66.7	16.6	62.8
1.7	98.3	6.7	76.9	11.7	67.3	16.7	64.0
1.8	98.2	6.8	76.3	11.8	66.9	16.8	63.7
1.9	98.2	6.9	75.3	11.9	67.1	16.9	63.7
2.0	98.1	7.0	75.8	12.0	68.0	17.0	63.9
2.1	98.2	7.1	76.4	12.1	68.1	17.1	64.7
2.2	98.5	7.2	75.0	12.2	67.4	17.2	64.5
2.3	98.9	7.3	74.3	12.3	66.8	17.3	64.4
2.4	98.3	7.4	73.1	12.4	67.0	17.4	64.3
2.5	98.2	7.5	72.7	12.5	66.4	17.5	63.8
2.6	98.5	7.6	72.1	12.6	65.3	17.6	63.2
2.7	98.6	7.7	73.3	12.7	66.0	17.7	62.5
2.8	98.2	7.8	73.1	12.8	66.1	17.8	62.1
2.9	98.5	7.9	72.3	12.9	65.7	17.9	62.0
3.0	99.1	8.0	71.4	13.0	66.5	18.0	61.6
3.1	99.3	8.1	71.7	13.1	66.8	18.1	60.8
3.2	99.3	8.2	70.7	13.2	66.6	18.2	59.3
3.3	98.4	8.3	70.5	13.3	66.5	18.3	58.5
3.4	97.1	8.4	70.1	13.4	66.7	18.4	57.2
3.5	96.4	8.5	71.5	13.5	67.4	18.5	56.4
3.6	94.6	8.6	70.9	13.6	67.7	18.6	56.6
3.7	95.0	8.7	70.2	13.7	68.1	18.7	57.3
3.8	95.4	8.8	69.8	13.8	67.9	18.8	58.0
3.9	93.6	8.9	69.5	13.9	67.6	18.9	59.3
4.0	93.3	9.0	68.2	14.0	67.3	19.0	55.0
4.1	92.6	9.1	69.0	14.1	67.5		
4.2	91.4	9.2	69.6	14.2	68.2		
4.3	90.4	9.3	68.8	14.3	69.2		
4.4	89.9	9.4	67.9	14.4	68.9		
4.5	89.5	9.5	67.7	14.5	68.0		
4.6	89.2	9.6	68.0	14.6	67.0		
4.7	87.5	9.7	68.0	14.7	66.9		
4.8	87.1	9.8	67.7	14.8	66.8		
4.9	86.3	9.9	68.8	14.9	67.5		
5.0	86.1	10.0	69.6	15.0	67.3		

Akku und Ladung

Der SG 9302 C ist mit einer 3,7 V Lithium Zelle ausgestattet. Die Betriebsbereitschaft wird mit einer grünen LED angezeigt, absinkende Akkuspannung mittels der roten LED „Low Bat“ signalisiert, eine Aufladung ist dann unbedingt erforderlich.

Eine vollständige Akkuladung per USB dauert etwa 5 Stunden. Während des Ladevorgangs leuchtet die gelbe LED „Charge“. Beim Ladevorgang sollte der Power-Schalter des Gerätes auf OFF stehen. Eine Messung während des Ladevorgangs ist prinzipiell möglich. Jedoch kann die Messung von Störungen der Ladeschaltung beeinträchtigt werden.

Tiefentladung des Akkus wird durch eine Schutzschaltung verhindert. Unterschreitet der Akku die Spannung, die für ihn und die Messgenauigkeit kritisch ist, so wird er automatisch von der Last getrennt. Wird der SG 9302 C eingeschaltet und die rote LED unterhalb des Schalters leuchtet nicht, dann liegt dieser Fall vor. Der Akku muss dann unverzüglich geladen werden. Ist das nicht möglich, dann muss das Gerät zumindest ausgeschaltet werden, da der unvermeidliche Reststrom der Schutzschaltung den Akku unnötig belastet.

More information about the battery

The SG 9302 C is equipped with a 3.7 V Lithium cell. The battery voltage is indicated with a green LED for normal operation. If the red LED “Low Bat” is illuminated recharge is required.

A full battery charging period using the USB port takes around 5 hours. While recharging the yellow LED “Charge” is illuminated. The power-switch should be set to OFF during the recharging period. It is possible to measure during recharging. But disturbances generated by the charger could have an unwanted influence on the measurement.

A special circuit prevents the battery from being discharged completely. Whenever the voltage is too low for battery health or measurement precision, it will be automatically isolated from the load. When the SG 9302 C is switched ON and the red LED below is dark, this isolation has taken place. In this case the battery must be charged immediately. The second best advice is to switch OFF the SG 9302 C to avoid the (very low) idle current of the protection circuit.