

## Kurzpräsentation Ingenieurbüro Dr. Andreas Gronefeld



- Planung von Systemen und Komponenten nach Kundenvorgaben
- Komponentenentwicklung (passiv & aktiv, bis 30GHz )
- Schaltungssimulation und -optimierung (linear, nichtlinear, Oszillatordesign)
- Herstellung von Prototypen und Kleinserien (von Ihrer Spezifikation bis zur geprüften Baugruppe)
- Statistische Analyse- und Optimierung für produktionssichere Designs
- Analyse und Optimierung Ihrer Schaltung - ob Neu- oder Redesign - schnell, preisgünstig, effektiv
- Bauteilecharakterisierung bis 20GHz (Erstellung von S-Parameter Datensätzen)

**Auf den folgenden Seiten zeigen wir eine Auswahl bereits realisierter bzw realisierbare Oszillatoren/Synthesizer mit unterschiedlichsten Grundanforderungen, oft jedoch war ein niedrigstes Phasenrauschen die bestimmende Spezifikation.**

**Gerne gehen wir auf Ihre Anforderung im Detail ein. Bitte sprechen Sie uns an – wir klären kurzfristig, wie/ob Ihre Forderungen realisierbar sind**

## 2-18GHz Breitband Synthesizer GS20180L



- Frequenzbereich: 2GHz - 18GHz in 10MHz-Schritten
- Ausgangspegel: 0dBm - 15dBm in 0,1dB-Schritten
- Pegelabweichung: typ. < 0,2dB (max. < 0,4dB)
- Oberwellenabstand: typ. > 30dB (min. > 25dB)
- Subharm. Nebenwellen: typ. > 110dB (min. > 100dB)
- Nichtharm. Nebenwellen: typ. > 70dB (min. > 60dB)
- Umschaltzeiten: typ. < 100 $\mu$ Sec(max. < 500 $\mu$ Sec)
- Phasenrauschen (typ.)
 

	bei 2GHz	bei 8GHz	bei 18GHz
- @Offset 100Hz	88 dBc/Hz	77 dBc/Hz	70 dBc/Hz
1kHz	95 dBc/Hz	84 dBc/Hz	79 dBc/Hz
10kHz	96 dBc/Hz	85 dBc/Hz	75 dBc/Hz
100kHz	98 dBc/Hz	87 dBc/Hz	79 dBc/Hz
1MHz	127 dBc/Hz	121 dBc/Hz	113 dBc/Hz
- Interne Referenz: 100MHz, synchronisiert auf externes. 10MHz-Signal, 0dBm an 50 $\Omega$
- Elektrische Versorgung: +15V / ca. 600mA
- Temperaturbereich: 0°C .. +50°C
- Konnektoren: 2 x SMA (10MHz-Eingang, HF-Ausgang)  
14-pol. Stiftleiste (DIN41651) für Spannungsversorgung, serielle Schnittstelle, Rastsignal und Steuersignale für den Step-Betrieb im Listmodus
- Mechanische Abmessungen: ca. 126 x 100 x 35mm

## Kompakter Breitbandsynthesizer SYN4070 RUPPtronik A8285

- Frequenzbereich: 4GHz – 7GHz
- Schrittbreite: 10MHz \*\*
- Ausgangspegel: +13dBm
- Pegelabweichung: typ. < 1,5dB (max. < 3 dB)
- Oberwellenabstand: typ. > 30dB (min. > 15 dB)
- Nichtharm. Nebenwellen: typ. > 70dB (min. > 60 dB)
- Umschaltzeiten: < 20µSec (beliebige Frequenzen)
- Phasenrauschen:
 

@ Offset	100Hz	< - 60dBc/Hz	(typ. - 65 dBc/Hz)
	1kHz	< - 0dBc/Hz	(typ. - 75 dBc/Hz)
	10kHz	< - 80dBc/Hz	(typ. - 85 dBc/Hz)
	100kHz	< - 85dBc/Hz	(typ. - 90 dBc/Hz)
	1MHz	< -115dBc/Hz	(typ. -117 dBc/Hz)
	10MHz	< -135dBc/Hz	(typ. -140 dBc/Hz)
- Rastanzeige: TTL-Signal
- Ansteuerung: 9-Bit Parallelinterface mit Strobe
- Elektrische Versorgung: +5V / ca. 250mA  
+15V / ca. 25mA
- Temperaturbereich: -40° ... +85°C
- Konnektoren: 2 x SMA (100MHz-Eingang, HF-Ausgang)  
SUBD-15pol. Stiftleiste für Versorgungsspannungen,  
Masse, Parallelschnittstelle und Statusanzeige
- mechanische. Abmessungen: ca. 74 x 59 x 27mm
- Option REF: Eingebaute 100MHz Referenz
- Option SYNC: Referenzeingang zur Synchronisation der internen  
Zeitbasis (setzt Option REF voraus)

\*\* Schrittbreiten von <100kHz sind realisierbar, wenn die Nichtharmonischen Nebenwellen auf ca.-40dBc beschränkt werden

## **X-Band Miniatur-Mehrfach-Oszillator RUPPtronik A8311**

- Ausgangsfrequenzen: verschiedene Frequenzen im X-Band
- Ausgangsleistung an 50 Ohm: +10 dBm ( $\pm$  1dB)
- Rückflußdämpfung: > 15 dB
- Oberellenabstand: > 20 dBc
- Nebenwellenabstand: > 50 dBc
- Referenzfrequenz: 100MHz / min. +18dBm
- Phasenrauschen:
  - @ 1kHz: < - 76 dBc/Hz
  - @ 10kHz: < -114 dBc/Hz
  - @ 100kHz: < -133 dBc/Hz min, -135dBc/Hz typ.
  - @ 1MHz: < -133 dBc/Hz
  
- Stromversorgung: +5V, ca. 500mA, -5V, ca. 50mA,  
+12V, ca. 200mA
- mechanische Ausführung: Leiterplatte mit Abschirmrahmen
- Konnektoren: Bondflächen für HF-Ausgänge und 1 x Referenz  
Eingang, Versorgungsspannungen und Masse
- Temperaturbereich: -40°C .. +70°C Spezifikation
- ITAR freies Design (deutsches Ursprungszeugnis)

## Breitbandsynthesizer SYN6014 RUPPtronik A9096

- Ausgangsfrequenzen: 6,0-13,5GHz
- Frequenzschrittweite: 50MHz
- Umschaltzeit: < 10 $\mu$ S
- Ausgangsleistung an 50 $\Omega$ : +16 dBm ( $\pm$  2dB)
- Rückflußdämpfung: > 15 dB
- Oberwellenabstand: > 30 dBc
- Nebenwellenabstand: > 60 dBc (Subharmonisch und 3\*f/2, wenn Ausgangsfrequenz zw. 10GHz u. 13,5GHz)
- Referenzfrequenz: 100MHz (0dBm)
- Phasenrauschen:
 

	bei 6GHz	bei 13,5GHz
@ 100kHz:	< - 105 dBc/Hz	< - 100 dBc/Hz
@ 1MHz:	< - 110 dBc/Hz	< - 105 dBc/Hz
@ 10MHz:	< - 140 dBc/Hz	< - 135 dBc/Hz
- Ansteuerung: 8Bit Parallelinterface mit Strobe
- mechanische Ausführung: Aluminiumfräßgehäuse
- Größe : ca. 80x50x20mm
- Konnektoren: 2xSMA (HF-Ausgang, Ref-Eingang),  
SUB-D-15 Buchse f. Stromversorgung und  
Ansteuerinterface

## Mehrfrequenzsynthesizer GMU1022LN - RUPPtronik A9532

- Ausgangsfrequenz: 10,15GHz (zwei Ausgänge) / 2,175GHz
- Ausgangsleistung an 50Ohm: jeweils +13dBm (10,15GHz) / +16dBm (2,15GHz)
- Rückflußdämpfung: > 20 dB
- Oberwellenabstand: > 30 dBc (typ. > 40dBc)
- Nebenwellenabstand: > 70 dBc
- Frequenzgenauigkeit: Initial  $\pm$  1ppm, Alterung  $\pm$  0,5ppm/Jahr
- Referenzfrequenz: intern
- Phasenrauschen:
 

	@10,15GHz	@2,15GHz
@ 100Hz:	< - 90 dBc/Hz	< -100dBc/Hz
@ 1kHz:	< - 110 dBc/Hz	< -125dBc/Hz
@ 10kHz:	< - 120 dBc/Hz	< -135dBc/Hz
@ 100kHz:	< - 130 dBc/Hz	< -145dBc/Hz
@ 1MHz:	< - 130 dBc/Hz	< -145dBc/Hz
@ 10MHz:	< - 145 dBc/Hz	< -160dBc/Hz
@ 100MHz:	< - 165 dBc/Hz	< -170dBc/Hz
- Stromversorgung: +12V/500mA (max), +5V/500mA (max.)
- mechanische Ausführung: Aluminiumfräßgehäuse ca. 135mmx85mmx25mm
- Konnektoren: 3 x SMA (HF-Ausgänge),  
4pol. Stiftleiste für Versorgungsspannungen, Masse
- Temperaturbereich: -0°C .. +50°C

## Mehrfrequenzsynthesizer GMU70146LN RUPPtronik A0026

- Ausgangsfrequenzen: 7,0GHz / 1,4GHz / 0,6GHz (an drei Ausgängen)
- Ausgangsleistung an 50Ω: jeweils +13 dBm
- Rückflußdämpfung: > 15 dB
- Oberwellenabstand: > 30 dBc (typ. > 40dBc)
- Nebenwellenabstand: > 70 dBc
- Referenzfrequenz (intern): 100MHz, Genauigkeit ±1ppm
- Synchronisationseingang: für externes 100MHz/+13dBm-Signal, optimiert für externe Referenz zur Reduktion des Phasenrauschens im Bereich 1Hz...100Hz
- Rastanzeige 0/5V CMOS-Ausgang.
- Phasenrauschen einschließlich der Referenzquelle\*):
 

	@7,0GHz	@1,4GHz	@ 0,6GHz
@ 10Hz *):	< - 85 dBc/Hz	< -100dBc/Hz	< -107dBc/Hz
@ 100Hz *):	< - 100 dBc/Hz	< -115dBc/Hz	< -122dBc/Hz
@ 1kHz:	< - 125 dBc/Hz	< -140dBc/Hz	< -147dBc/Hz
@ 10kHz:	< - 135 dBc/Hz	< -148dBc/Hz	< -155dBc/Hz
@ 100kHz:	< - 138 dBc/Hz	< -152dBc/Hz	< -159dBc/Hz
- Stromversorgung: +12V/700mA (max), +5V/600mA (max.)
- mechanische Ausführung: Aluminiumfräßgehäuse  
ca. 135mm x 85mm x 25mm
- Konnektoren: 4 x SMA (3x HF-Ausgänge, 1x Referenzeingang),  
4pol. Stiftleiste für Versorgungsspannungen,  
Masse, Rastanzeige
- Temperaturbereich: -0°C .. +50°C

Unter der Annahme, daß als Referenz ein 100MHz-Signal mit -125dBc/Hz @ 10Hz und -141dBc/Hz @ 100Hz verwendet wird, ergeben sich die mit \*) gekennzeichneten Phasenrauschwerte für 7,0GHz, 1,4GHz und 600MHz.

## Rauscharmer X-Band Synthesizer SYN9495LN RUPPtronik A9432

- Ausgangsfrequenz: 9,4GHz .. 9,5GHz in 1Hz-Schritten
- Frequenzeinstellung: Serielle Ansteuerung via 3-Draht Schnittstelle
- Ausgangsleistung an 50Ohm: +23dBm
- Rückflußdämpfung: > 15 dB
- Oberwellenabstand: > 20 dBc (typ. > 40dBc)
- Nebenwellenabstand (100Hz..50MHz): > 70 dBc
- Nebenwellenabstand (> 50MHz): > 50 dBc
- Frequenzgenauigkeit: Initial  $\pm$  1ppm, Alterung  $\pm$  0,5ppm/Jahr
- Referenzfrequenz: intern
- Phasenrauschen:
 

@ 100Hz:	< - 85dBc/Hz	(typ. - 90dBc/Hz)
@ 1kHz:	< - 105 dBc/Hz	(typ. -110dBc/Hz)
@ 10kHz:	< - 115 dBc/Hz	(typ. -120dBc/Hz)
@ 100kHz:	< - 125 dBc/Hz	(typ. -130dBc/Hz)
- Stromversorgung: +12V/420mA (max), +5V/1500mA (max.)
- mechanische Ausführung: Aluminiumfräßgehäuse  
ca. 135mm x 85mm x 25mm
- Konnektoren: 1 x SMA (HF-Ausgang), 14pol. Stiftleiste für  
Versorgungsspannungen, Masse, 3-Draht  
Schnittstelle und Statusanzeige
- Temperaturbereich: -0°C .. +50°C

### Option ULN:

Für noch niedrigeres Phasenrauschen können durch Einsatz eines anderen Referenzoszillators die folgenden Phasenrauschwerte erreicht werden:

- Phasenrauschen:
 

@ 100Hz:	< - 90dBc/Hz	(typ. - 95dBc/Hz)
@ 1kHz:	< - 110 dBc/Hz	(typ. -115dBc/Hz)
@ 10kHz:	< - 120 dBc/Hz	(typ. -125dBc/Hz)
@ 100kHz:	< - 130 dBc/Hz	(typ. -135dBc/Hz)



## Fraktionaler Synthesizer mit Amplitudenregelung, SYN2000ALC RUPPtronik A8441

- Ausgangsfrequenzen: 2000MHz  $\pm$  20MHz  
100kHz Schritte per BCD-Schalter rastbar,  
3Hz-Schritte über 3-Draht Schnittstelle  
einstellbar
- Ausgangsleistung an 50 Ohm: +13 dBm ( $\pm$  1dB) oder TBD
- Rückflußdämpfung: > 20 dB
- Oberellenabstand: > 35 dBc
- Nebenwellenabstand: > 60 dBc
- Referenzfrequenz: 50MHz / 0dBm...+12dBm Sinus oder 3V-CMOS  
(50 Ohm)
- Phasenrauschen:
 

@ 100Hz:	< - 95 dBc/Hz
@ 1kHz:	< -105 dBc/Hz
@ 10kHz:	< -105 dBc/Hz
@ 100kHz:	< -120 dBc/Hz
@ 1MHz:	< -145 dBc/Hz
- Stromversorgung: +6V, ca. 210mA
- mechanische Ausführung: Leiterplatten im Alufräßgehäuse 74x59x25mm
- Konnektoren: 2 x SMA (50MHz-Eingang, HF-Ausgang)  
14pol. Buchsenleiste für Masse,  
Versorgungsspannungen, 3-Draht Schnittstelle  
und Statusanzeige
- Temperaturbereich: 0°C .. +50°C

## Master Oszillator MO1300LN - RUPPtronik A8365

- Frequenz 1300MHz
- Phasenrauschen
 

@ 10Hz	-95dBc/Hz
@ 100Hz	-110dBc/Hz
@ 1kHz	-140dBc/Hz
@ 10kHz	-150dBc/Hz
@ 100kHz	-165dBc/Hz
@ 1MHz	-170dBc/Hz
@ 10MHz	-175dBc/Hz
- Integrierter Phasenjitter
 

10Hz-10kHz	15fs
10Hz-10MHz	15fs
1kHz-10MHz	1.6fs
- Aufbautechnik 19" Einschub
- Anschlüsse N-f
- Spannungsversorgung 220V/50Hz
- Optionen und weitere Spezifikationen nach Absprache

## Master Oszillator MO214LNE - RUPPtronik A8480

- Frequenzbereich: 214,14MHz (1498,96MHz / 7)
- Vier entkoppelte Ausgänge:
- Ausgangsleistung an 50 Ohm: +10 dBm ( $\pm$  1dB) an jedem Port
- Rückflußdämpfung: > 25dB
- Entkopplung der Ausgänge > 60dB
- Oberellenabstand: < -40dBc
- Nebenwellenabstand: < -70dBc
- Phasenrauschen
 

@ 1Hz:	< - 85 dBc/Hz	(typ. - 92dBc/Hz)
@ 10Hz:	< -115 dBc/Hz	(typ. -122dBc/Hz)
@ 100Hz:	< -135 dBc/Hz	(typ. -140dBc/Hz)
@ 1kHz:	< -155 dBc/Hz	(typ. -156dBc/Hz)
@ 10kHz:	< -160 dBc/Hz	(typ. -164dBc/Hz)
- Phasenjitter (10Hz – 10kHz): < 10 fs, (typ. 5 fs)
- Phasenjitter ( 1Hz – 10kHz): < 70 fs, (typ. 35 fs)
- Mechanische Ausführung: 19" Einschub, 2HE mit eingebauter Stromversorgung
- Konnektoren: 4 x N (Ausgänge), 1 x SMA Referenz Eingang
- Frequenzstabilität (Temperatur): <  $\pm$ 1ppb
- Frequenzstabilität (Alterung): < 0,02ppm/Jahr (1xE-8/Jahr)
- Frequenzabstimmbarkeit:  $\pm$  1ppm
- Temperaturbereich: +10°..+35°C

**Option PM:** Phasenrauschmeßeinrichtung, die das Gerät überwacht und den integrierten Jitter in Echtzeit angibt

**Option LV:** Leistungsverstärker integriert

Weitere Optionen: nach Absprache

### **Im Ingenieurbüro Gronefeld vorhandene Meßtechnik:**

- Umfangreiche Mikrowellenmeßtechnik:
- Netzwerkanalysatoren, Spektrumanalysatoren (bis 30GHz)
- Signalanalysator (Phasen-/ Amplitudenrauschmeßplatz)
- Signalgeneratoren (bis 20GHz)
- Leistungsmesser (bis 26GHz)
- Rauschzahlmeßplatz
- Intermodulationsmeßplatz zur Charakterisierung hochlinearer Baugruppen (bis 6GHz)
- Optische Verzögerungsleitung für empfindliche Phasenrauschmessungen an Oszillatoren
- Schaltungssimulatoren "Microwave Office" (AWR), "Microwave-Harmonica" / "Serenade" (Ansoft)
- Umfangreiche Bauteilbibliotheken zur linearen und nichtlinearen Beschreibung der verwendeten Bauelemente
- Schaltplanerfassungs- und PCB-Layoutprogramme "Tango" (ACCELÂ) mit DXF, Gerber, HPGL und PostScript als mögliche Schnittstellen zum Kunden.
- Präzise Laborleiterplattentechnik (inkl. CNC-Bearbeitungsmöglichkeiten)

### **Weitere Beispiele bereits realisierter Projekte (Auszug)**

- Ultra rauscharme S-, C- und X-Band Synthesizer für Wetterradare
- Breitband Vierfachsynthesizer für militärische Anwendung
- Mehrfachsynthesizer für Testumsetzer in Satellitenbodenstationen
- Synthesegenerator 9kHz..3GHz mit hochpräziser Pegelregelung
- Breitbandempfangsumsetzer 10-3000MHz für einen EMV-Meßempfänger
- Vielseitiger Frequenzumsetzer mit niedriger Gruppenlaufzeitverzerrung
- 4-8,3GHz Breitband VCO mit niedriger Leistungsaufnahme und gutem Phasenrauschen
- Rauscharme Oszillatoren im Bereich 2 .. 10GHz.
- 24GHz AM-CW Radar für Verkehrsüberwachungssysteme
- Jitter-Modulator bis 10UI<sub>SS</sub> bei 20MBit/s
- HDB-3 Coder / Decoder bis 34MBit/s
- QPSK Modulatoren / Demodulatoren

**Testen Sie unsere Leistungsfähigkeit. Wir freuen uns auf Ihre Anfrage!**