

מעבדה מתקדמת במיקרוגלים מקורות מיקרוגל

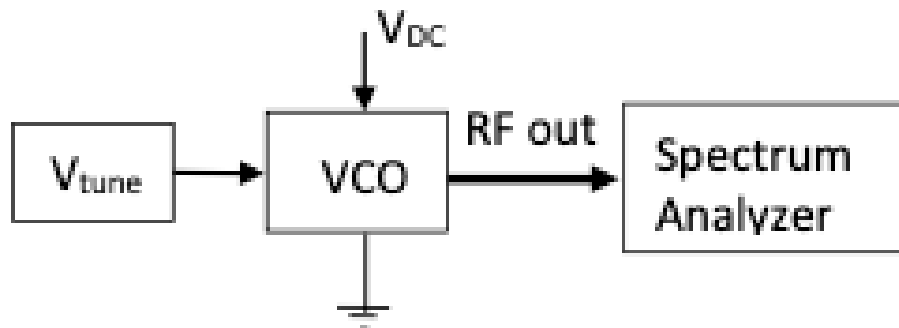
מאת: אוהד פורמן, 301658852

1 מבוא

בניסוי נבחנו מקורות מיקרוגל מסוגים שונים. נבחנו GUNN, מחולל אותות ו-VCO. המדידות הבצעו למציאת THD ורעשי הפאזה.

2 מערך הניסוי

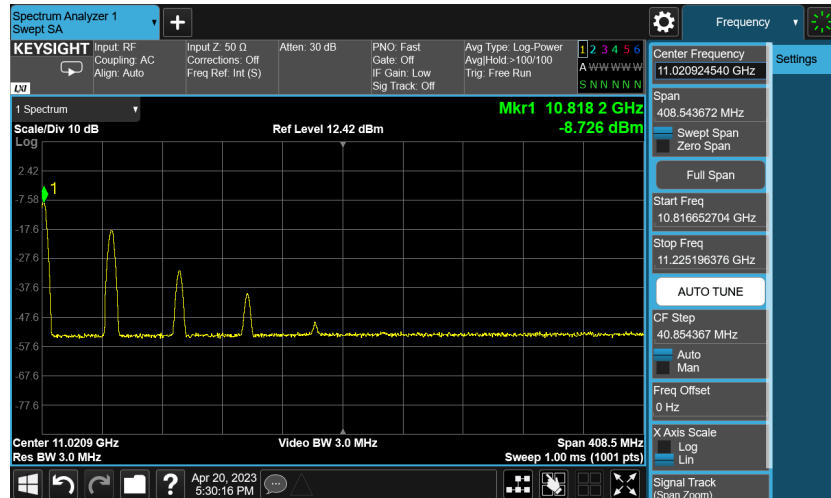
בניסוי חוברו המקורות באמצעות מתח מתאים ונמדדו בספקטרום אנלייזר



איור 1: דוגמה למערך הניסוי עבור מקור VCO

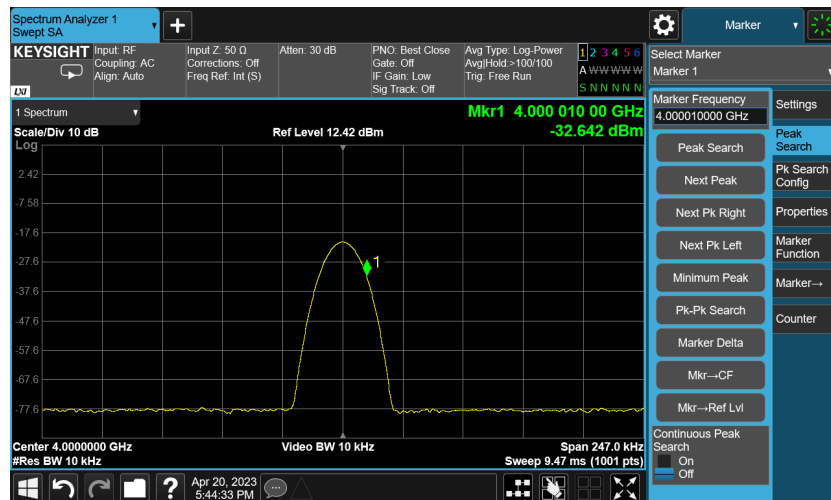
3 עיבוד וניתוח תוצאות

בניסוי נמדדו פרמטרי THD ונלקחו תמונות של הספקטרום אנלייזר:



איור 2: דוגמה למדידת THD של GUNN

נלקחו מדידות לרעש הפאזה עם מדידות בהיסט תדר מעוצמת השיא:



איור 3: דוגמה למדידת רעש פאזה עבור מחולל אותות

*המדידות בנספחים מצורף כלניק ל-GITHUB

$$PhaseNoise(dBc/Hz) = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{offset}^2}{RBW} \right) - P_{main} \quad (1)$$

$$THD(\%) = \sqrt{\frac{\sum_{i=2}^N P_i^2}{P_1^2}} \times 100\% \quad (2)$$

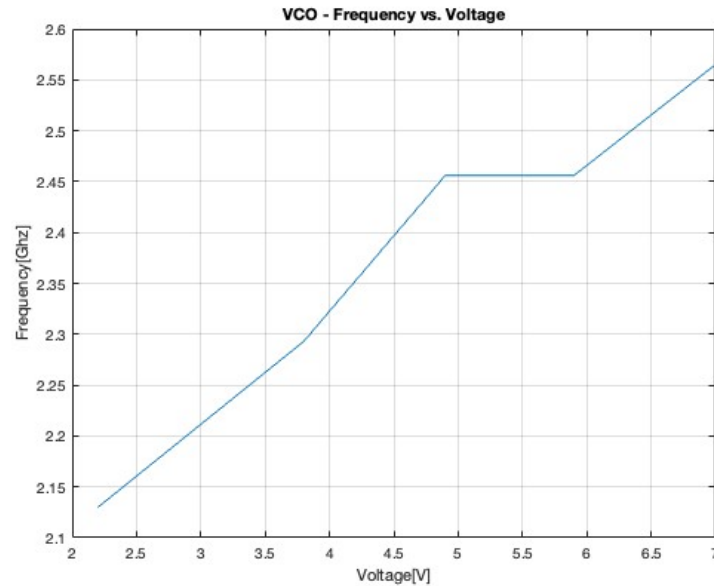
טבלה 1: THD and Phase Noise

THD (%) / datasheet	Phase Noise (dBc/Hz) / datasheet	Offset	Device
36.7593	-67.98	1kHz	GUNN
	-69.875	10kHz	
	-95.605	100kHz	
0 / >0.001	-40.833	1kHz	Signal Generator
	-52.642, חס -52.969 / - 97	10kHz	
	-97.508	100kHz	
	-41.993 / - 85.8	1kHz	VCO
	-42.386 / - 110.1	10kHz	
	-45.159 / - 130.5	100kHz	

* מדידות חס/קר שלא מופיעות לא סיפקו נתונים שונים

טבלה 2: VCO THD(V)

VCO datasheet	THD (%)	Voltage (V)
0.58792	23.2614	2.2
1.1862	22.6526	3.8
1.2303	22.5119	4.9
1.189	22.9622	5.7
1.189	22.5626	5.9
0.00096628	22.2383	7.0



איור 4: מתח VCO לעומת תדר

4 מסקנות

4.1 VCO

רעש הפאזה שהתקבל רחוק מנתוני היצרן, בנוסף אינו מקיים אפילו את המגמה הרצויה של השינוי עם התדר סטייה. מדידות חוזרות הביאו לסטיות וסחיפה של התדר שנצפה במעבדה עד כדי כך שהייתה מדידת פאזה שהתרחשה במהירות על מנת לבטל השפעה זו ככל הניתן. נתוני THD רחוקים בסדרי גודל מזה של היצרן.

4.2 GUNN

פעולת ההתקן והבוכנה בפרט מתוארת במלואה בדו"ח מכין תדר ההתקן השתנה קלות לאחר כיבוי והדלקה של ספק המתח, אך מקוצר זמן גם זמן הכיבוי היה קצר ולכן ניתן היה להבחין בשינוי.

4.3 מחולל אותות

במחולל האותות התקבלה ההרמוניה העיקרית. ערך הרעש בנקודת סטייה נתונה אחת בספר היצרן גבוהה משל היצרן אך קיימת המגמה הרצויה.

5 סיכום

*לא הודרכנו לבצע מדידות לדיוק ויציבות, על פי ספר המעבדה היינו צריכים לבצע מדידות זמניות ומדידת רוחבי פיקים על מנת להסיק מסקנות אלה, אשר לא בוצעו.

5.1 מחולל אותות

לפי חיפוש אינטרנטי המחולל אותות האנלוגי משתמש בשיטת DDS סינטזה דיגיטלית ישירה באמצעות DAC דיגיטלי לאנלוגי, כלומר האות המייצר הוא אות דיגיטלי המומר למתח על אחד מהתקני המתנד עליהם דובר בדו"ח המכין.

5.2 כללי

הנתונים שהתקבלו עבור GUNN הראו מגמה חלקית מצופה עבור רעש הפאזה. פרמטר THD גדול מאוד ונראה כחריגה מגבול של בלאי למרות היותו ישן מאוד, סביר להניח שהייתה בעיה במדידה בעקבות רכישת נתונים לא נכונה או כיוול לא נכון של פרמטרי המדידה. כך גם VCO אשר מהיותו מכשיר חדש עם דף נתונים מסודר ניתן לראות שהמדידות התבצעו בצורה לא טובה, כמו גם שזה היה הרכיב הנמדד הראשון והמדידות התנהלו בתהליך של למידת התנהלות מדידה מסוג זה. עבור מחולל האותות התקבלו נתונים משקפים, הפער מהתיאוריה גדול אך ההשוואה היא לדגם חדש ובתנאי מעבדה והמגמה המתקבלת משקפת מגמה תיאורטית ה-THD מתאים לתיאוריה וניתן שמיצוע המדידות איפס את ההרמוניות שלא קיבלנו.

בהשוואה כללית בין המכשירים ניתן בכל זאת להסיק שמחולל האותות, מהיותו מכשיר לשימוש מעבדה, מהפרש הערך שלו וכו' הוא המחולל אותות בעל הפרמטרים ייצור אות הטובים ביותר.

6 נספחים

מדידות:

קודים ודפי נתונים:

מחולל אותות

THD calculator

```
% Prompt user for number of harmonics (excluding the fundamental frequency)
num_harmonics = input('Enter the number of harmonics (excluding the fundamental frequency) ');

% Prompt user for peak amplitude of each harmonic in dBm
harmonic_peaks_dBm = zeros(1,num_harmonics+1); % Add one for fundamental frequency
for i = 1:num_harmonics+1 % Add one for fundamental frequency
    if i == 1 % First iteration is for fundamental frequency
        prompt = 'Enter the peak amplitude of the fundamental harmonic in dBm: ';
    else % Subsequent iterations are for harmonic frequencies
        prompt = ['Enter the peak amplitude of harmonic ' num2str(i-1) ' in dBm: '];
    end
    harmonic_peaks_dBm(i) = input(prompt);
end

% Convert dBm to volts
harmonic_peaks_V = sqrt(10.^(harmonic_peaks_dBm/10)*0.001);

% Calculate THD
fund_peak_V = harmonic_peaks_V(1); % Set fundamental peak voltage to peak voltage of f
THD = sqrt(sum(harmonic_peaks_V(2:end).^2))/fund_peak_V;

% Display description of THD and THD value in percentage
disp(['Input Values:']);
```

Input Values:

```
disp(['Number of harmonics: ' num2str(num_harmonics)]);
```

Number of harmonics: 3

```
disp(['Peak amplitude of each harmonic in dBm: ' num2str(harmonic_peaks_dBm)]);
```

Peak amplitude of each harmonic in dBm: 71.2 -30.2 -36.4 -43.3

```
disp([''])
disp(['Total Harmonic Distortion (THD) is the ratio of the root-mean-square (RMS) value of the harmonic content to the RMS value of the fundamental frequency.'])
```

Total Harmonic Distortion (THD) is the ratio of the root-mean-square (RMS) value of the harmonic content to the RMS value of the fundamental frequency.

```
disp(['THD: ' num2str(THD*100) '%']);
```

THD: 0.00096628%

Phase Noise calculator

```
% Prompt user for input values
offset_freq = input('Enter the offset frequency in Hz: ');
main_peak_dBm = input('Enter the peak amplitude of the main signal in dBm: ');
offset_peak_dBm = input('Enter the peak amplitude of the offset signal in dBm: ');
RBW = input('Enter the resolution bandwidth in Hz: ');

% Calculate phase noise
phase_noise = offset_peak_dBm - main_peak_dBm - 10*log10(RBW);

% Display input data and phase noise
disp(['Input data:']);
```

Input data:

```
disp(['Offset frequency: ' num2str(offset_freq) ' Hz']);
```

Offset frequency: 100000 Hz

```
disp(['Peak amplitude of the main signal: ' num2str(main_peak_dBm) ' dBm']);
```

Peak amplitude of the main signal: -20 dBm

```
disp(['Peak amplitude of the offset signal: ' num2str(offset_peak_dBm) ' dBm']);
```

Peak amplitude of the offset signal: -77.508 dBm

```
disp(['Resolution bandwidth: ' num2str(RBW) ' Hz']);
```

Resolution bandwidth: 10000 Hz

```
disp(['']);
disp(['Phase noise is a measure of the frequency stability of a signal.']);
```

Phase noise is a measure of the frequency stability of a signal.

```
disp(['Phase noise: ' num2str(phase_noise) ' dBc/Hz']);
```

Phase noise: -97.508 dBc/Hz

Coaxial

Voltage Controlled Oscillator

ZX95-100+
ZX95-100

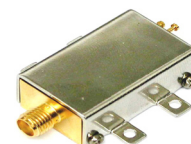
Linear Tuning 50 to 100 MHz

Features

- Linear Tuning
- Octave Bandwidth
- Low Phase Noise
- Low Pushing
- Low Pulling
- Excellent Harmonic Suppression
- Protected by US Patent 6,790,049

Applications

- R & D
- Lab
- Instrumentation
- Test Equipment



CASE STYLE: GB956

Connectors	Model	Price	Qty.
SMA	ZX95-100-S+	\$37.95 ea.	(1-9)
SMA	ZX95-100-S	\$37.95 ea.	(1-9)

**+ RoHS compliant in accordance
with EU Directive (2002/95/EC)**

*The +Suffix identifies RoHS Compliance. See our web site for
RoHS Compliance methodologies and qualifications.*

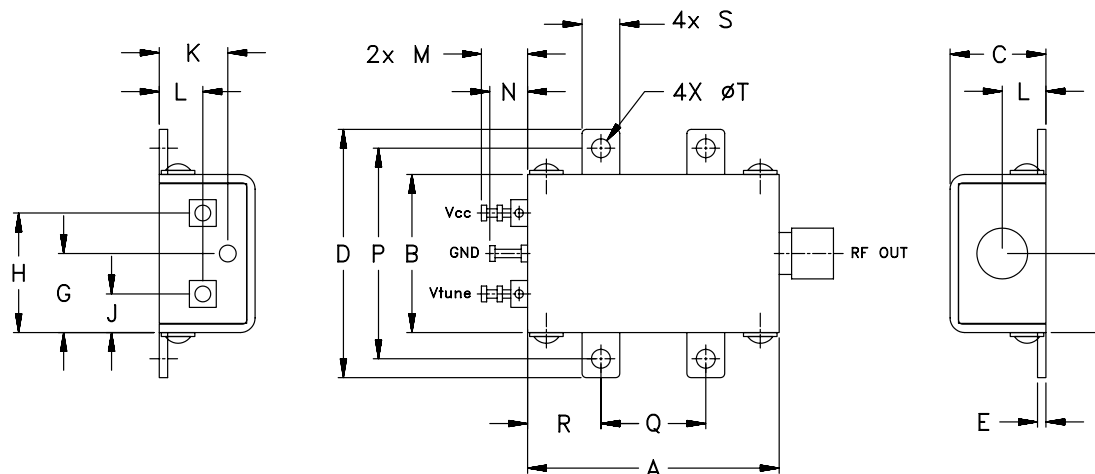
Electrical Specifications

MODEL NO.	FREQ. (MHz)		POWER OUTPUT (dBm)	PHASE NOISE dBc/Hz SSB at offset frequencies,kHz Typ.				TUNING					NON HARMONIC SPURIOUS (dBc)	HARMONICS (dBc)		PULLING pk-pk @ 12 dB _r (MHz)	PUSHING (MHz/V)	DC OPERATING POWER V _{cc} Current (volts) (mA)	
								VOLTAGE RANGE (V)	SENSI- TIVITY (MHz/V)	PORT CAP (pF)	3 dB MODULATION BANDWIDTH (MHz)								
	Min.	Max.	Typ.	1	10	100	1000	Min.	Max.	Typ.	Typ.	Typ.	Typ.	Typ.	Max.	Typ.	Typ.	Max.	
ZX95-100(+)	50	100	+10	-86	-110	-131	-151	0.5	17	3.5 - 4.5	550	0.18	-90	-33	-24	0.4	0.1	12	20

Maximum Ratings

Operating Temperature	-55°C to 85°C
Storage Temperature	-55°C to 100°C
Absolute Max. Supply Voltage (Vcc)	13V
Absolute Max. Tuning Voltage (Vtune)	18V
All specifications	50 ohm system

Outline Drawing



Outline Dimensions (inch mm)

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	T	wt.
1.20	.75	.46	1.18	.04	.38	.45	.57	.18	.33	.21	.22	.18	1.00	.50	.35	.18	.09	grams
30.48	19.05	11.68	29.97	1.02	9.65	11.43	14.48	4.57	8.38	5.33	5.59	4.57	25.40	12.70	8.89	4.57	2.29	35.0

Mini-Circuits®
 ISO 9001 ISO 14001 CERTIFIED

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661 For detailed performance specs & shopping online see Mini-Circuits web site



The Design Engineers Search Engine Provides ACTUAL Data Instantly From MINI-CIRCUITS At: www.minicircuits.com

RF/IF MICROWAVE COMPONENTS

ALL NEW
minicircuits.com

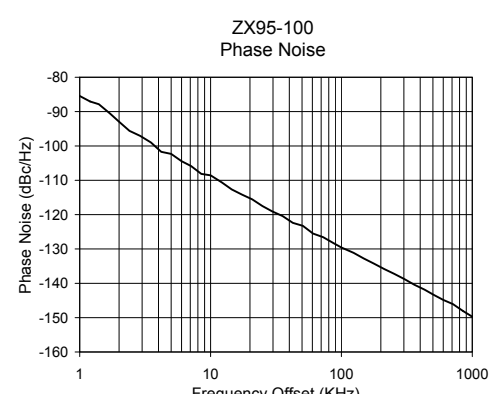
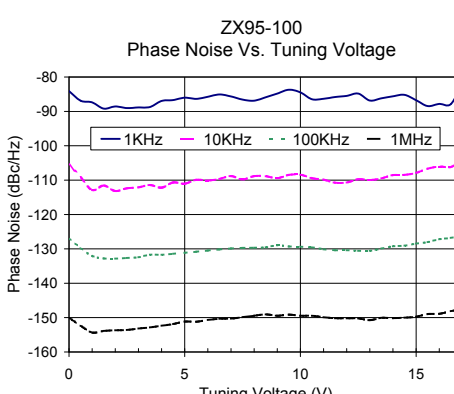
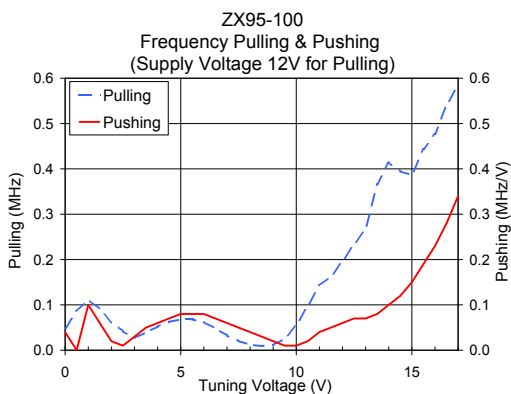
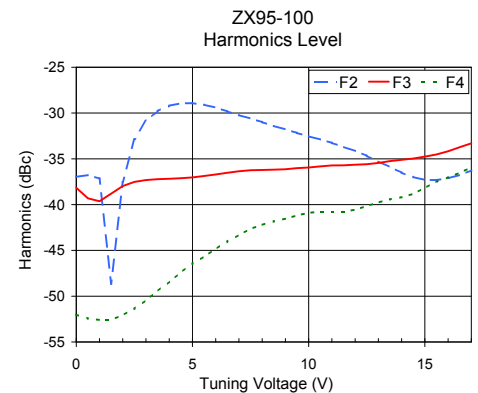
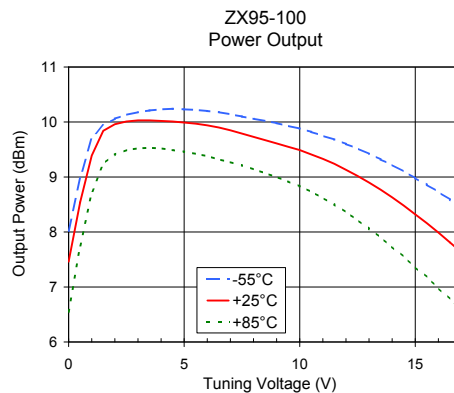
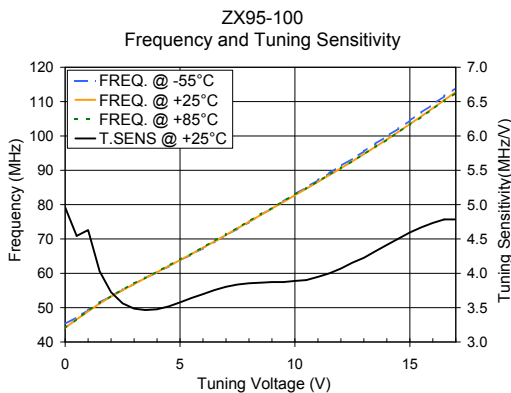
REV. A
 M98898
 EDR-7306/1
 ZX95-100
 RAV/URJ
 070603
 page 1 of 2

Performance Data & Curves*

ZX95-100+ ZX95-100

V TUNE	TUNE SENS (MHz/V)	FREQUENCY (MHz)			POWER OUTPUT (dBm)			Icc (mA)	HARMONICS (dBc)			FREQ. PUSH (MHz/V)	FREQ. PULL (MHz)	PHASE NOISE (dBc/Hz) at offsets				FREQ OFFSET (KHz)	PHASE NOISE at 75 MHz (dBc/Hz)
		-55°C	+25°C	+85°C	-55°C	+25°C	+85°C		F2	F3	F4			1KHz	10KHz	100KHz	1MHz		
0.00	4.96	45.2	44.1	44.0	8.02	7.46	6.55	16.08	-37.0	-38.2	-52.0	0.04	0.05	-84.1	-105.4	-126.9	-150.0	1.0	-85.44
0.50	4.54	47.2	46.6	46.7	8.98	8.54	7.74	15.81	-36.8	-39.3	-52.4	0.00	0.09	-86.9	-109.1	-129.7	-152.3	2.0	-92.96
1.00	4.63	49.3	48.9	49.1	9.71	9.39	8.71	15.47	-37.2	-39.6	-52.6	0.10	0.11	-87.4	-112.9	-132.1	-154.4	3.5	-98.98
2.00	3.72	53.4	53.2	53.4	10.06	9.96	9.41	15.16	-37.5	-38.0	-52.1	0.02	0.06	-88.6	-113.2	-132.8	-153.7	6.0	-104.43
3.00	3.49	56.9	56.9	57.0	10.18	10.03	9.52	14.98	-30.8	-37.3	-50.4	0.03	0.03	-88.8	-112.1	-132.4	-153.2	8.5	-108.14
4.00	3.48	60.3	60.3	60.5	10.23	10.02	9.52	14.88	-29.2	-37.2	-48.4	0.06	0.05	-87.0	-112.2	-131.7	-152.4	10.0	-108.56
5.00	3.58	63.7	63.8	64.0	10.23	9.99	9.46	14.82	-28.9	-37.0	-46.5	0.08	0.07	-86.0	-111.0	-131.1	-151.2	20.8	-115.56
6.00	3.70	67.3	67.4	67.6	10.20	9.94	9.38	14.79	-29.4	-36.7	-44.9	0.08	0.06	-85.8	-110.1	-130.5	-150.7	35.5	-120.41
7.00	3.80	71.1	71.2	71.3	10.14	9.85	9.27	14.79	-30.2	-36.4	-43.3	0.06	0.03	-85.7	-108.8	-129.9	-150.3	60.7	-125.52
8.00	3.86	74.9	75.0	75.2	10.06	9.73	9.14	14.79	-31.0	-36.2	-42.2	0.04	0.01	-86.9	-108.8	-129.7	-149.5	86.7	-128.28
9.00	3.87	78.9	78.8	79.1	9.98	9.61	9.00	14.80	-31.8	-36.1	-41.5	0.02	0.01	-84.8	-109.4	-128.9	-149.5	100.0	-129.57
10.00	3.89	83.0	82.7	82.9	9.88	9.49	8.83	14.80	-32.5	-36.0	-40.9	0.01	0.05	-84.5	-108.4	-129.4	-149.5	148.1	-132.77
11.00	3.95	87.1	86.6	86.8	9.75	9.33	8.62	14.79	-33.3	-35.7	-40.8	0.04	0.14	-86.3	-109.9	-130.1	-149.9	211.6	-135.82
12.00	4.07	91.3	90.6	90.7	9.60	9.13	8.36	14.77	-34.2	-35.6	-40.6	0.06	0.20	-85.5	-110.7	-130.4	-150.2	361.5	-140.42
13.00	4.23	95.5	94.7	94.7	9.42	8.90	8.06	14.75	-35.3	-35.5	-39.8	0.07	0.27	-86.9	-110.0	-130.6	-150.7	432.2	-141.86
14.00	4.41	99.9	99.0	98.9	9.22	8.63	7.73	14.72	-36.5	-35.1	-39.2	0.10	0.41	-85.6	-108.5	-129.3	-150.2	507.5	-143.36
15.00	4.59	104.5	103.4	103.3	8.98	8.32	7.36	14.69	-37.3	-34.8	-38.2	0.15	0.39	-86.7	-107.9	-128.5	-149.7	600.0	-144.84
16.00	4.73	109.2	108.1	107.9	8.73	7.99	6.98	14.65	-37.1	-34.2	-37.0	0.23	0.48	-87.8	-106.0	-127.2	-148.9	712.4	-146.08
16.50	4.78	111.6	110.4	110.2	8.59	7.81	6.78	14.64	-36.8	-33.7	-36.5	0.28	0.54	-87.9	-106.2	-126.8	-148.1	851.6	-148.09
17.00	4.78	114.0	112.8	112.5	8.45	7.63	6.57	14.62	-36.3	-33.3	-35.9	0.34	0.59	-81.9	-104.1	-126.0	-147.6	1000.0	-149.73

*at 25°C unless mentioned otherwise



Mini-Circuits®
ISO 9001 ISO 14001 CERTIFIED

ALL NEW
minicircuits.com page 2 of 2

P.O. Box 350166, Brooklyn, New York 11235-0003 (718) 934-4500 Fax (718) 332-4661 For detailed performance specs & shopping online see Mini-Circuits web site



The Design Engineers Search Engine Provides ACTUAL Data Instantly From MINI-CIRCUITS At: www.minicircuits.com

RF/IF MICROWAVE COMPONENTS