

RFKit-Model A——射频教学实验模块

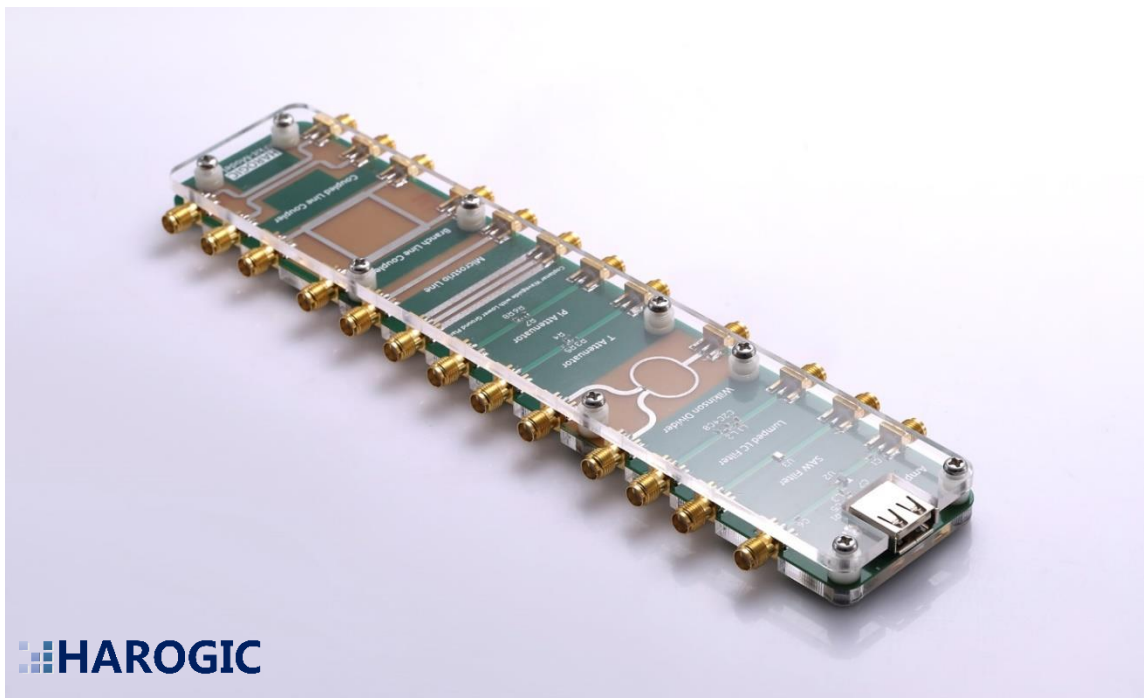
射频实验-线性网络部分

产品手册

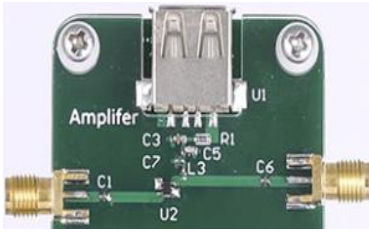
为配合射频及通信实验教学，HAROGIC® 推出了射频教学实验模块 RFKit-Model A。本模块包含了最为常见的射频线性网络与部件，配合 HAROGIC® 多功能频谱分析仪 SAC-60A 的频谱分析、射频信号发生、扫频分析及矢量网络分析功能，可完成射频微波课程中各类经典的线性电路实验，同时也可用于展开频谱分析仪、网络分析仪等仪器测量原理的课程教学。RFKit-Model A 采用透明的结构设计，便于学生认识射频电路的真实实现形态，有效达到教学效果。

产品概要

- 涵盖典型射频线性网络，配合 SAC-60A 实现一站式射频微波电路实验
- 包含放大器、衰减器、传输线、耦合器等常用电路，亦可作日常调试配件使用
- 使用当前主流射频电路设计，让课堂教学紧密贴近实际工程电路
- 透明外壳设计，可直接查看电路具体实现，避免黑箱实验
- 400MHz-3.0GHz 放大器
- 500MHz 集总 LC 低通滤波器
- T 型与 PI 型衰减器
- 1.9GHz 3dB 分支线定向耦合器
- 放大器 USB 供电
- 928MHz 声表面波 (SAW) 滤波器
- 1.7GHz 微带 Wilkinson 功分器
- 微带及带地共面波导传输线
- 1.8GHz 平行耦合线定向耦合器
- 提供典型 S 参数基准



Amplifier



射频放大器在无线收发机中起着放大射频信号的作用，是无线收发机中不可缺少的关键模块。传统的射频放大器是由分立元件构建而成。随着集成电路的技术的发展和对放大器指标越来越高的要求，射频放大器的设计趋向集成化。小信号射频放大器的主要指标包括功率或电压增益、稳定性、噪声系数、输入输出端口匹配（反射系数或驻波比）、线性度等。

Electrical Specifications , $V_S=6V$, $T_A=25^\circ C$

Parameter		Value	Unit
Gain	0.5GHz	16.3	dB
	1.0GHz	16.2	dB
	2.0GHz	16.7	dB
	3.0GHz	15.8	dB
Output Power for 1 dB Compression (P1dB)	0.5GHz	9.89	dBm
	1.0GHz	10.41	dBm
	2.0GHz	13.02	dBm
	3.0GHz	11.64	dBm
Output third Order Intercept (IP3)	0.5GHz	23.1	dBm
	1.0GHz	23.9	dBm
	2.0GHz	25.2	dBm
	3.0GHz	24.5	dBm

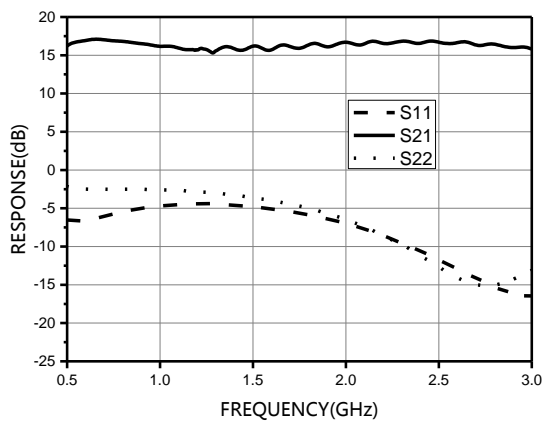


Figure 1. Broadband Gain & Return Loss

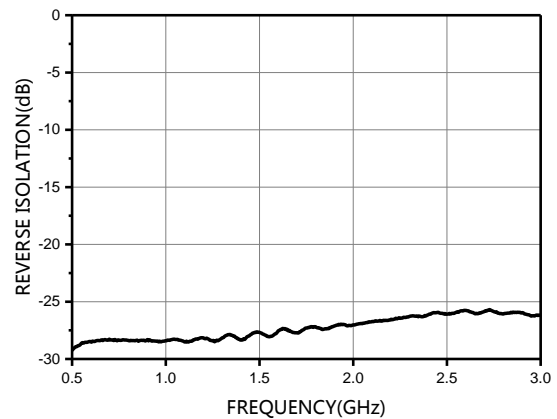


Figure 2. Reverse Isolation

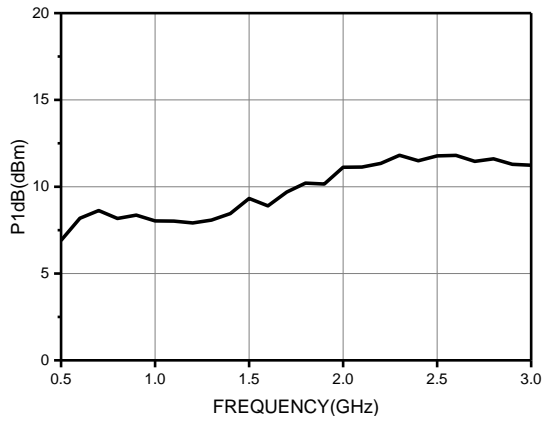


Figure 3. P1dB Output Power

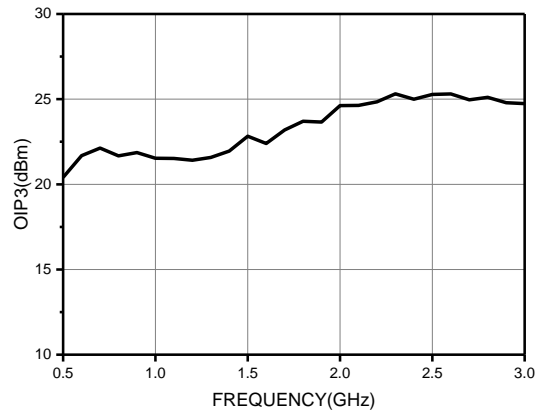


Figure 4. Output IP3

SAW Filter



SAW 滤波器是一种平面集成波导滤波器，在抑制电子信息设备高次谐波、镜像干扰、发射漏泄信号以及各类寄生杂波干扰等方面起到良好的作用。

Electrical Specifications , $T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$

Parameter	Value	Unit
Maximum Incident Power in Passband	+15	dBm
Maximum DC Voltage on any Non-ground Terminal	3	VDC
Center Frequency	928	MHz
Insertion Loss , 896 to 934 MHz	Less than 3.0	dB
Amplitude Ripple ,Peak-to-Peak, 896 -934 Hz	Less than 1.5	
Input /Output Return Loss, 896 to 934 MHz	More than 12	dB
Attenuation Referenced to 0 dB :	-	
10 to 857.5 MHz	52 to 65	
857.5 to 882.5 MHz	45 to 63	
970 to 1005 MHz	42 to 58	
1005 to 1110 MHz	55 to 60	
Source/Load impedance	50	Ω

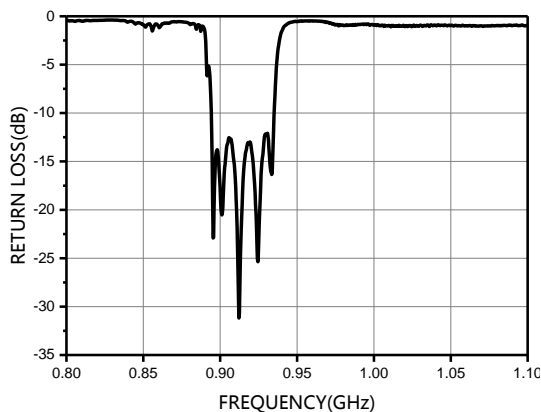


Figure 5. Return Loss

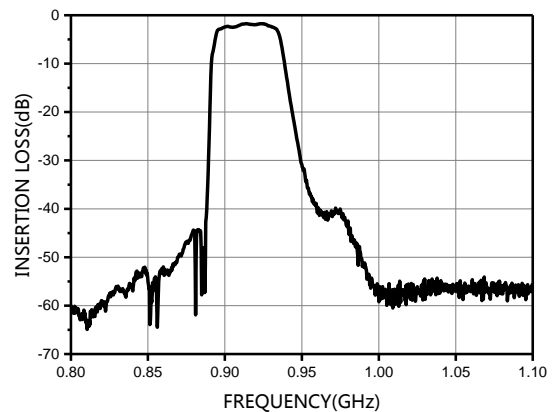


Figure 6. Insertion Loss

Lumped LC Filter



无源集总参数滤波器，是利用集总的电感、电容和电阻的组合构成的滤波电路。左图滤波电路是切比雪夫型低通滤波器，切比雪夫滤波器在过渡带比巴特沃斯滤波器的衰减快，但通带内频率响应的幅频特性不如后者平坦。切比雪夫滤波器和理想滤波器的频率响应曲线之间的误差最小，但是在通频带内存在幅度波动。

Electrical Specifications , $T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$

Parameter	Value	Unit	Notes
Fc	500	MHz	-
Rejection @ 900MHz	38.5	dB	Min.(900MHz to 3GHz)
Insertion Loss	1.8	dB	Max
Impedance	50	ohm	Input / Output

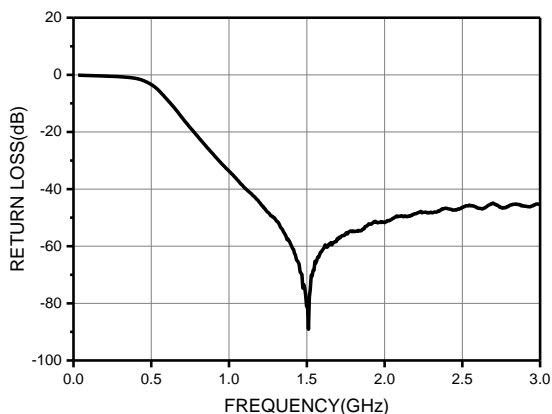


Figure 7. Insertion Loss

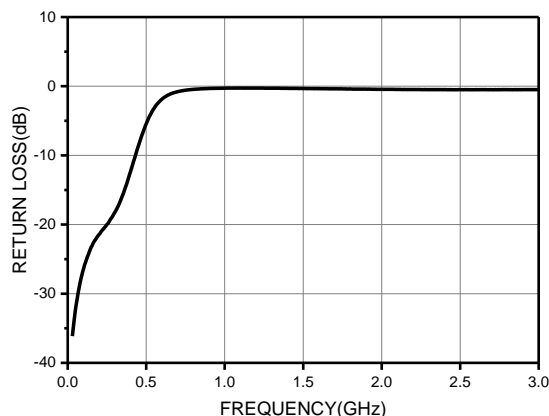


Figure 8. Return Loss

Wilkinson Divider



功分器全称功率分配器，是一种将一路输入信号能量分成两路或多路相等或不相等的输出能量的器件，也可反过来将多路信号能量合成一路输出，此时也可称为合路器。功分器的主要技术参数有功率损耗（包括插入损耗、分配损耗和反射损耗）各端口的电压驻波比，各端口间的隔离度、幅度平衡度，相位平衡度，功率容量和频带宽度等。

Electrical Specifications , $T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$

Freqrange (GHz) f_L-f_U	Isolation (dB)		Insertion.loss(dB) Above 3.0 dB		Amplitude Unbalance(dB)		Phase Unbalance(Degree)	
	Typ.	Min.	Typ.	Max.	Typ.	Max.	Typ.	Max.
1.3-1.9	25.4	15.5	0.42	0.51	0.01	0.02	0.20	0.26

Typical Performance Data

Frequency (GHz)	Total Loss (dB)		Amplitude Unbalance (dB)	Isolation (dB)	VSWR S	VSWR 1	VSWR 2	Phase Unbalance (deg.)
	s-1	s-2						
1.30	3.489	3.512	0.023	15.474	1.506	1.119	1.120	0.150
1.35	3.450	3.473	0.023	16.297	1.451	1.120	1.121	0.186
1.40	3.466	3.487	0.021	17.173	1.394	1.121	1.123	0.151
1.45	3.431	3.448	0.017	18.294	1.336	1.123	1.126	0.172
1.50	3.389	3.410	0.021	19.422	1.283	1.123	1.125	0.217
1.55	3.428	3.446	0.018	20.846	1.226	1.125	1.127	0.189
1.60	3.405	3.414	0.009	22.286	1.179	1.127	1.129	0.204
1.65	3.359	3.374	0.015	23.989	1.131	1.129	1.130	0.264
1.70	3.402	3.419	0.017	26.345	1.086	1.132	1.133	0.220
1.75	3.423	3.435	0.012	28.858	1.056	1.137	1.138	0.225
1.80	3.384	3.393	0.009	31.818	1.049	1.142	1.142	0.260
1.85	3.411	3.428	0.017	33.902	1.077	1.149	1.149	0.254
1.90	3.479	3.490	0.011	32.511	1.111	1.155	1.156	0.229

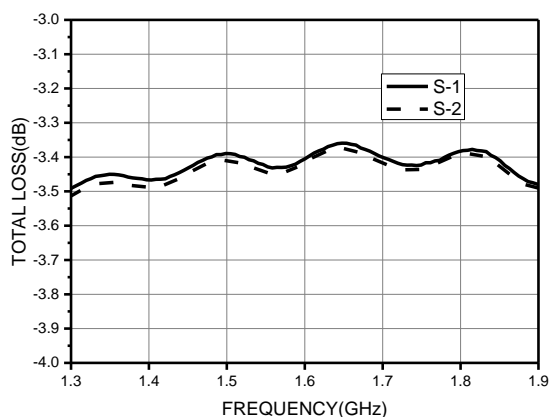


Figure 9. Total Loss

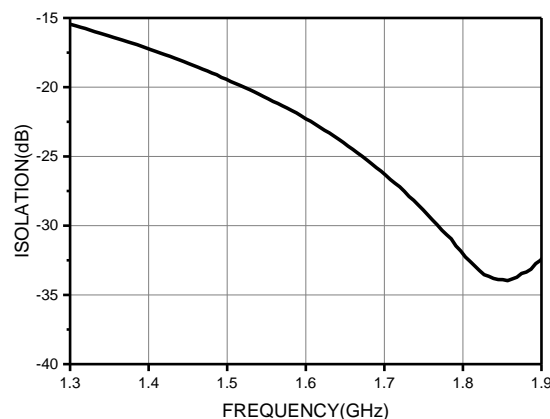
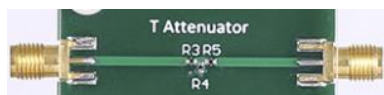


Figure 10. Isolation

T Attenuator



T 型衰减器由两个串联元件加中间一个并联元件组成。衰减器是一种提供衰减的电子元件，广泛地应用于电子设备中，它的主要用途是：(1) 调整电路中信号的大小；(2) 在比较法测量电路中，可用来直读被测网络的衰减值；(3) 改善阻抗匹配，若某些电路要求有一个比较稳定的负载阻抗时，则可在此电路与实际负载阻抗之间插入一个衰减器，能够缓冲阻抗的变化。构成射频/微波功率衰减器的基本材料是电阻性材料，把电阻材料放置到不同波段的射频/微波电路结构中就形成了相应频率的衰减器。

Electrical Specifications , $T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$

Frequency (MHz)	Attenuation(dB)		VSWR(:1) Max	DC Current(Amps)	DC Breakdown (Volts)
	Nom.	Flatness Max.			
0-3000	6±0.5	±0.7	1.589	0.5	10

Typical Performance Data

Frequency(GHz)	Attenuation (dB)	VSWR(:1)
0.1	5.67	1.008
0.3	5.70	1.010
0.5	5.74	1.010
0.8	5.79	1.029
1.0	5.83	1.056
1.2	5.86	1.092
1.4	5.91	1.149
1.6	6.02	1.214
1.8	6.05	1.294
2.0	6.07	1.375
2.2	6.25	1.451
2.4	6.50	1.520
2.6	6.52	1.568
2.8	6.43	1.594
3.0	6.68	1.610

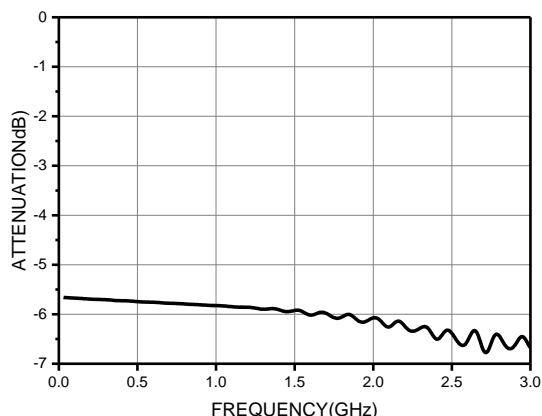


Figure 11. Attenuation

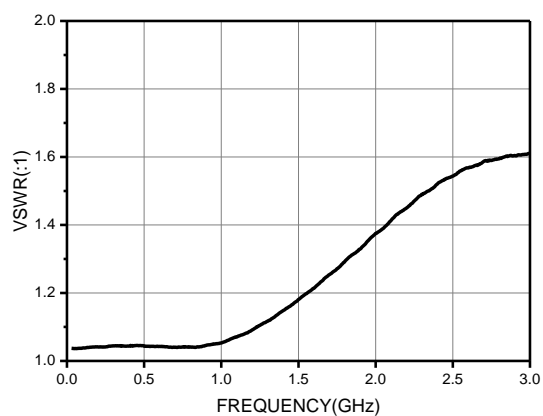


Figure 12. VSWR

Pi Attenuator



Pi 型衰减器由两个并联元件加中间一个串联元件组成。衰减器是一种提供衰减的电子元件，广泛地应用于电子设备中，它的主要用途是：(1) 调整电路中信号的大小；(2) 在比较法测量电路中，可用来直读被测网络的衰减值；(3) 改善阻抗匹配，若某些电路要求有一个比较稳定的负载阻抗时，则可在该电路与实

际负载阻抗之间插入一个衰减器，能够缓冲阻抗的变化。构成射频/微波功率衰减器的基本材料是电阻性材料，把电阻材料放置到不同波段的射频/微波电路结构中就形成了相应频率的衰减器。

Electrical Specifications , $T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$

Fre (MHz)	Attenuation (dB)		VSWR(:1) Max	DC Current (Amps)	DC Breakdown (Volts)
	Nom.	FlatnessMax.			
0-3000	3±0.8	±0.4	1.248	0.5	10

Typical Performance Data

Frequency(GHz)	Attenuation (dB)	VSWR (:1)
0.1	3.35	1.063
0.3	3.39	1.095
0.5	3.43	1.120
0.8	3.50	1.136
1.0	3.53	1.128
1.2	3.57	1.108
1.4	3.62	1.078
1.6	3.64	1.067
1.8	3.68	1.099
2.0	3.71	1.146
2.2	3.82	1.192
2.4	3.96	1.233
2.6	3.97	1.252
2.8	3.94	1.253
3.0	4.07	1.240

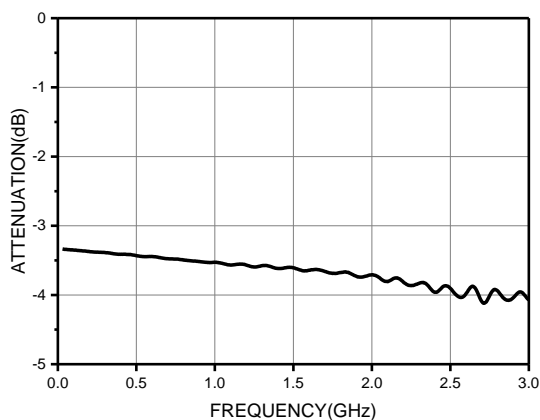


Figure 13. Attenuation

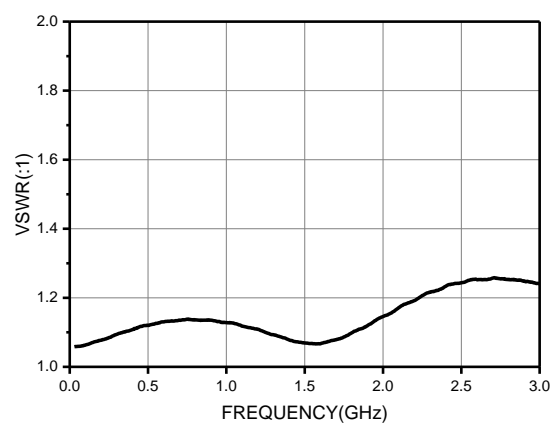


Figure 14.VSWR

Coplanar Waveguide with Lower Ground Plane



在介质基片的一个面上制作出中心导体带，并在紧邻中心导体带的两侧制作出导体平面，这样就构成了共面波导，又叫共面微带传输线。共面波导传播的是准 TEM 波，截止频率为零。由于

中心导体与导体平板位于同一平面内，因此，在共面波导上并联安装元器件很方便，用它可制成传输线及元件都在同一侧的单片微波集成电路。

Typical Performance Data

Frequency (GHz)	Insertion Loss (dB)	VSWR(:1)
0.1	0.022	1.035
0.3	0.061	1.103
0.5	0.107	1.157
0.8	0.178	1.201
1.0	0.211	1.199
1.2	0.246	1.176
1.4	0.275	1.123
1.6	0.249	1.064
1.8	0.287	1.018
2.0	0.310	1.086
2.2	0.370	1.153
2.4	0.519	1.122
2.6	0.560	1.270
2.8	0.500	1.294
3.0	0.545	1.297

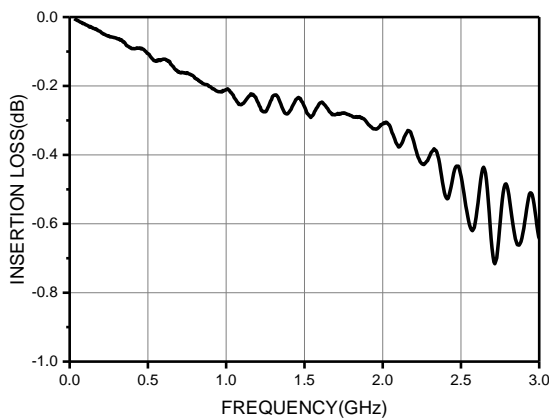


Figure 15. Insertion Loss

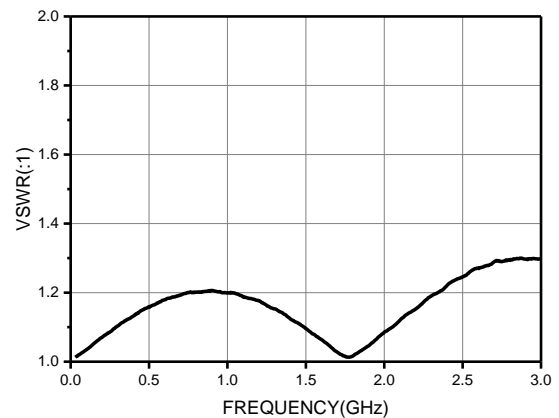
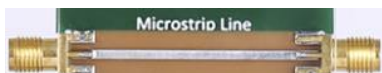


Figure 16. VSWR

Microstrip Line



微带线是由介质基片上的单一导体带与介质基片另一面的接地金属面构成的微波传输线。适合制作微波集成电路的平面结构传输线。与金属波导相比，其体积小、重量轻、使用频带宽、可靠性高和制造成本低等，但损耗稍大，功率容量小。

Typical Performance Data

Frequency(GHz)	Insertion.Loss (dB)	VSWR(:1)
0.1	0.020	1.031
0.3	0.055	1.090
0.5	0.098	1.135
0.8	0.164	1.169
1.0	0.198	1.163
1.2	0.230	1.138
1.4	0.261	1.086
1.6	0.254	1.030
1.8	0.294	1.041
2.0	0.313	1.113
2.2	0.385	1.177
2.4	0.535	1.237
2.6	0.567	1.275
2.8	0.506	1.288
3.0	0.639	1.278

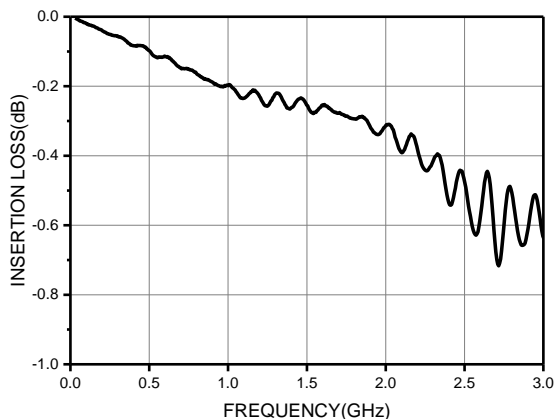


Figure 17. Insertion Loss

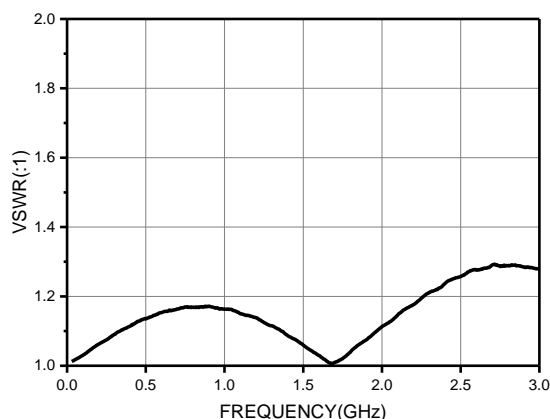
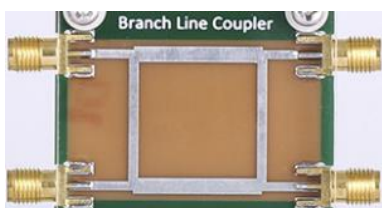


Figure 18. VSWR

Branch Line Coupler



3dB 分支线定向耦合器，也称正交混合网络，是一种四端口网络元件，包含一个输入端，相差 90 度的直通输出端和耦合输出端，以及一个隔离端。由于对称性，任意一个端口都可以作为输入端。这种类型的混合网络通常做成微带线或带状线形式。

Electrical Specifications , $T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$

Parameter	Condition (GHz)	Min	Typ	Max	Unit
Frequency Range	-	1.85	-	2.15	GHz
Mainline Loss	1.85-2.15	3.46	3.60	3.80	dB
Coupling	1.85-2.15	3.45	3.65	3.89	dB
Coupling Flatness(\pm)	1.85-2.15	-	0.1	0.22	dB
Directivity	1.85	-	16.54	-	dB
	1.95	-	28.29	-	dB
	2.05	-	18.96	-	dB
	2.15	-	12.64	-	dB
Return Loss(Input)	1.85-2.15	-	25.0	-	dB
Return Loss(Output)	1.85-2.15	-	25.0	-	dB
Return Loss(Coupling)	1.85-2.15	-	25.0	-	dB

Typical Performance Data

Frequency (GHz)	Mainline loss (dB)		Coupling (dB)	Directivity (dB)	Return Loss(dB)		
	In-Out	In-Cpl			In	Out	Cpl
1.85	3.791		3.456	16.54	19.55	19.08	20.36
1.90	3.568		3.476	20.73	24.36	23.23	26.21
1.95	3.484		3.570	28.29	33.40	30.65	34.38
2.00	3.466		3.645	24.77	27.60	30.19	25.35
2.05	3.534		3.794	18.96	21.81	23.85	20.42
2.10	3.601		3.842	15.02	18.01	19.63	17.15
2.15	3.707		3.890	12.64	15.84	17.05	15.05

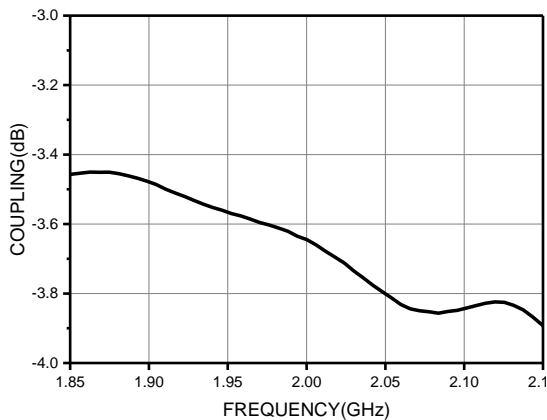


Figure 19. Coupling

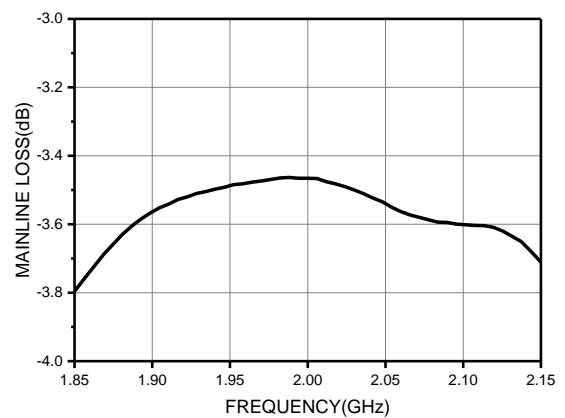


Figure 20. Mainline Loss

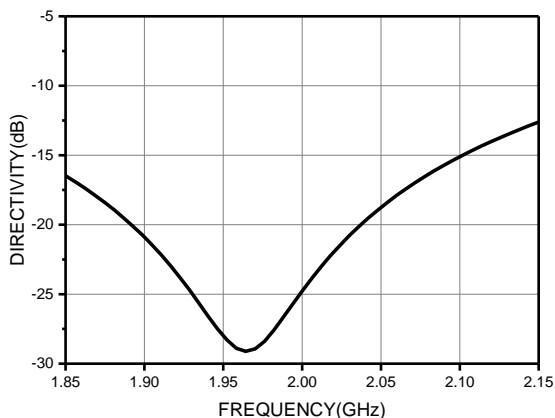


Figure 21. Directivity

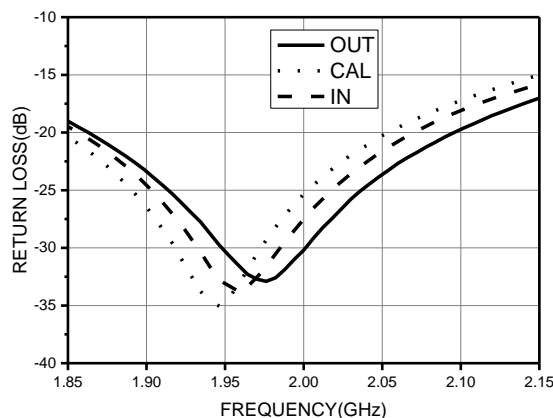
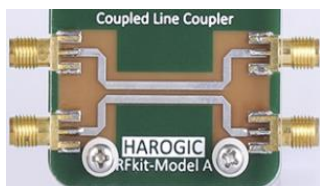


Figure 22. Return Loss

Coupled Line Coupler



耦合线定向耦合器，原理是当两个无屏蔽的传输线紧靠在一起的时候，由于各个传输线的电磁场的相互作用，在传输线之间可以有功率耦合。与分支线定向耦合器不同，耦合线定向耦合器的耦合端与输入端在同一侧。左图是一个单节微带耦合线耦合器。

Electrical Specifications , $T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$

Parameter	Condition (GHz)	Min	Typ	Max	Unit
Frequency Range	-	1.5	-	2.1	GHz
Mainline Loss	1.5-2.1	0.35	0.45	0.55	dB
Coupling	1.5-2.1	21.2	21.4	21.7	dB
Coupling Flatness(\pm)	1.5-2.1	-	0.2	0.5	dB
Directivity	1.5	-	4.73	-	dB
	1.7	-	4.15	-	dB
	1.9	-	3.57	-	dB
	2.0	-	3.24	-	dB
	2.1	-	2.80	-	dB
Return Loss(Input)	1.5-2.1	-	29	-	dB
Return Loss(Output)	1.5-2.1	-	30.5	-	dB
Return Loss(Coupling)	1.5-2.1	-	30	-	dB

Typical Performance Data

Frequency (GHz)	Mainline loss (dB)		Coupling(dB) In-Cpl	Directivity (dB)	Return Loss(dB)		
	In-Out				In	Out	Cpl
1.50	0.352		21.541	20.580	52.26	36.64	35.12
1.60	0.375		21.358	21.721	33.73	37.18	39.84
1.70	0.412		21.271	23.395	28.19	30.61	33.29
1.80	0.407		21.239	25.789	25.13	26.86	28.74
1.90	0.430		21.279	29.040	23.03	24.37	25.47
2.00	0.509		21.464	33.088	21.64	22.36	23.20
2.10	0.553		21.683	32.614	20.68	21.03	21.68

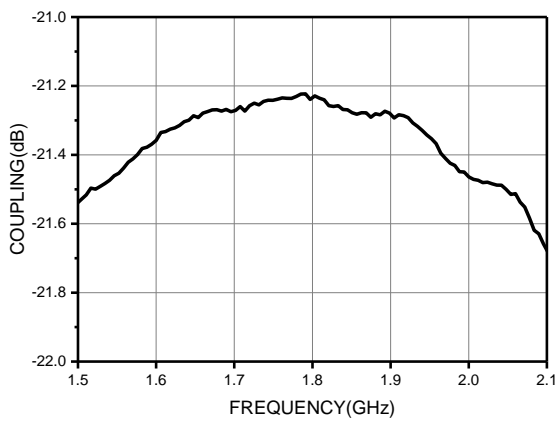


Figure 23. Coupling

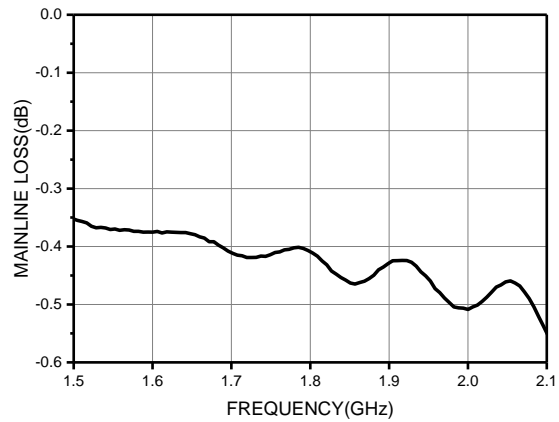


Figure 24. Mainline

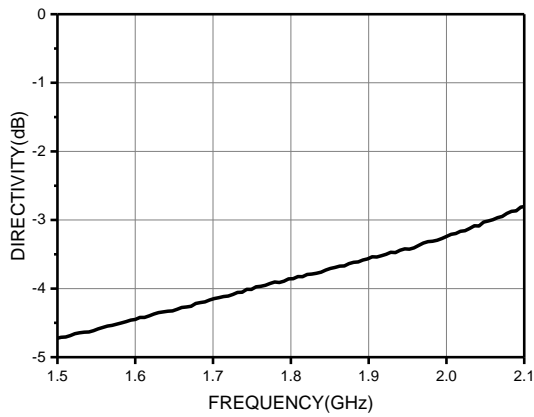


Figure 25. Directivity

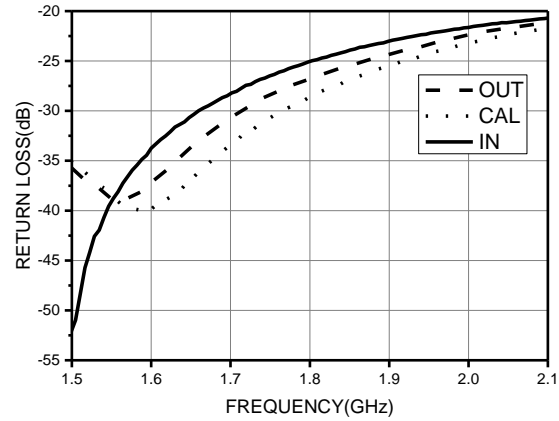


Figure 26. Return Loss

欢迎访问 HAROGIC®官方网站以了解更多内容

www.harogic.com

服务信箱：support@harogic.com

服务电话：025-83305049

RFKit-Model A Product Brochure Ver1.1 2017

HAROGIC® 版权所有