

**100 kHz ~ 3.0 GHz低噪声放大器 WHM02AE¹**

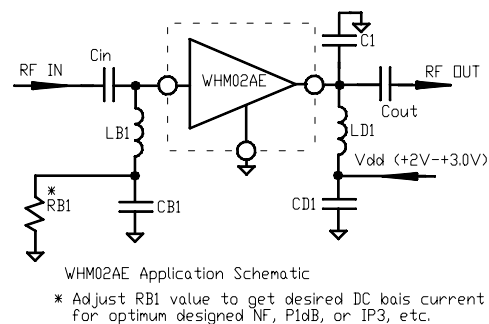
WHM02AE是低噪声系数、宽频段和高线性的内匹配放大器。该放大器能够提供典型的0.70dB噪声系数、13.0~22.0dB增益、14.0dBm输出 P_{1dB} 、27.0 dBm输出 IP_3 ，频率范围覆盖100 kHz ~ 3.0 GHz的LW、SW、VHF、UHF、蜂窝通信、GPS、DCS、PCS、3G、以及ISM 频段。由于WHM02AE只使用数量很少的不同的外围元器件，因此它能形成最低的噪声系数和最佳的匹配，并且适用于各种频段的放大器。

WHM02AE低噪声放大器（LNA）最适合于蜂窝基站、无线数字通讯、塔顶接收放大器、最后一英里的无线通讯系统以及无线测量等方面的应用。

WHM02AE是符合RoHS标准的产品。

主要特性：

阻抗：	50 Ohm
SMT 封装：	LGA
MTBF ² ：	>600,000小时 (68年)
符合RoHS标准：	是
低噪声：	0.70 dB
输出 IP_3 ：	27.0 dBm
增益：	13.0 ~ 22.0 dB
P_{1dB} ：	14.0 dBm
单电源供电：	10.0 ~ 30.0 mA @ +2.0 ~ +3.0V
宽频带：	100 kHz ~ 3.0 GHz
工作温度：	-40 ~ +85 °C
输出输入回波损耗：	16.0 dB (用极少的外围元器件)
小尺寸：	0.12" x 0.12" x 0.05" (3.0 mm x 3.0 mm x 1.3 mm)
湿度敏感等级：	MSL I

**图 6 WHM02AE应用示意图****绝对最大工作参数³:**

符号	参 数	单位	绝对最大值
V_{dd}	DC 供电电压	V	5
I_{dd}	管芯电流	mA	45
P_{diss}	总功率消耗	mW	120
$P_{In,Max}$	RF 输入功率	dBm	10
T_{ch}	管芯信道温度	°C	150
T_{STG}	储存温度	°C	-55 ~ 125
$T_{O,MAX}$	最大工作温度	°C	-54 ~ +100
$R_{th,c}$	热阻	°C/W	220

指标及图表说明:**a) WHM02AE在没有外围匹配元器件情况下的性能：**

¹ 万通保留在不通知客户的情况下更改性能指标的权利。

² MTBF: 平均无故障间隔时间，参照1990年9月，TR-NWT-000332，第3期， $T=40^{\circ}\text{C}$ 。

³ 在超过任何一个绝对最大参数的情况下工作都会引起永久性损坏。



表 1：WHM02AE在常温条件下且没有外围匹配元器件情况下的电气性能指标：www.wantcominc.com

序号	测试项目	符号	测试条件	Nom (RT)	Min	Max	单位
1	增益	S_{21}	100 kHz – 3.0 GHz		10	23	dB
2	增益变化	ΔG	Every 100 MHz	+/- 0.20			dB
3	I输入回波损耗	S_{11}	100 kHz – 1.0 GHz	15			dB
4	I输出回波损耗	S_{22}	100 kHz – 1.0 GHz	16			dB
5	反向隔离	S_{12}	100 kHz – 3.0 GHz	20	15		dB
6	噪声系数	NF	0.10 GHz – 3.0 GHz	0.70		0.9	dB
7	输出功率1dB 压缩点	P_{1dB}	100 kHz – 3.0 GHz, 30 mA @ 3.0V	15			dBm
8	输出三阶交调点	IP_3	双音, 30 mA @ 3.0V 每单音 $P_{out}=+0$ dBm, 双音间隔1 MHz	27.0			dBm
9	电流消耗	I_{dd}	$V_{dd}=+2.0V \sim +3 V$		5	40	mA
10	供电电压	V_{dd}			+2.0	+4.0	V
11	热阻	$R_{th,c}$	管芯到管衬			220	$^{\circ}C/W$
12	工作温度	T_o			-40	+85	$^{\circ}C$
13	最大平均RF输入功率	$P_{IN, MAX}$	100 kHz – 3.0 GHz			10	dBm

表 2 概括了WHM02AE在没有外围匹配元器件情况下的电气性能。该放大器是通过矢量网络分析仪 (VNA)端口1和端口2的内部偏置-T来施加直流偏置的。

图 1 是所测得的WHM02AE在线性和对数刻度下的频率响应。测试使用安捷伦8753ES矢量网络分析仪的内部偏置-T和万通测试架WTFR-10，并采用去嵌入LRM校正方法。

图 2 显示 WHM02AE 的噪声系数性能。在放大器的输出和输入端使用万通宽频段偏置-T (WBT00180A) 施加直流偏置来测量WHM02AE的噪声系数。常温条件下，在频率范围0.10 GHz ~ 3.0 GHz 内，其噪声系数为0.70 dB ~ 0.80 dB。

当频率低于50 MHz时，由于内部晶体管会产生热噪声，使噪声系数较高。在低频率使用时，应该合理调整偏置电压和偏置电流，以获得最理想的噪声系数性能。

当温度达85 $^{\circ}C$ 时，WHM02AE的噪声系数只增加0.20 dB；-40 $^{\circ}C$ 时，WHM02AE的噪声系数大约比常温时低0.15 dB。

在较高的频段使用外围匹配元器件下，噪声系数将得到略微改善。

图 3 所示是WHM02AE的 P_{1dB} 。当该放大器的偏置在30 mA、DC电压为3.0V时，在频率范围100 KHz ~3.0 GHz内，其典型的 P_{1dB} 为15.0 dBm。

图 4 所示是WHM02AE的 IP_3 。当该放大器的漏极DC电压为3.0V、电流为30 mA时，在频率范围100 MHz ~3.0 GHz内，其典型的 IP_3 为26.0 dBm ~ 28.0 dBm。

图 5 是WHM02AE的刚性系数 k 图。该放大器是有条件稳定的，因为在某些频率范围内，其刚性系数 k 略低于1。在特定的频率范围内，对于一定源阻抗或负载阻抗，该放大器可能发生振荡。用所测得的S-参数画出稳定圈，可以很容易地找出这些不稳定的阻抗区域，避免该阻抗。

WHM02AE可以在各种LNA中使用。通过安装不同值的外围元器件，可以构成不同频段的低噪声放大器。图 6 是WHM02AE应用示意图。图中共有8个外围元器件： C_{in} 和 C_{out} 是输入和输出DC隔直电容； L_{B1} 和 L_{D1} 是输入和输出电感，它能够提供DC偏置路径和可能需要匹配的感抗； C_{B1} 和 C_{D1} 是退耦电容。 C_1 是输出匹配电容，针对不同频段的LNA，它可以有不同的值。 R_{B1} 是用来设置该放大器DC偏置电流的电阻。

升高 R_{B1} 值，可使偏置DC电流得以提高，从而增加输出功率和 IP_3 。当WHM02AE处于两极放大器的第二级，就需要较高的输出功率。然而，对于低噪声系数应用，比如WHM02AE处于两极放大器的第一级，为了达到低噪声系数的目的，通常将 R_{B1} 设置在较低值以获得较低的DC偏置电流。

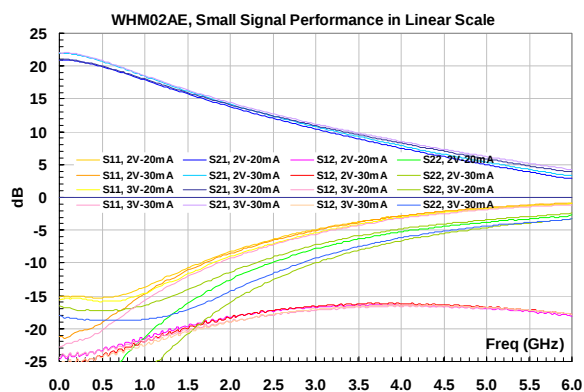


图 1 – (a) 以线性刻度形式表示的典型的频率响应

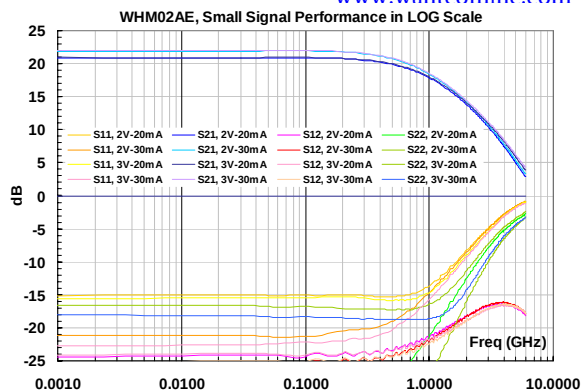


图 1 – (b) 以对数值形式表示的典型的频率响应

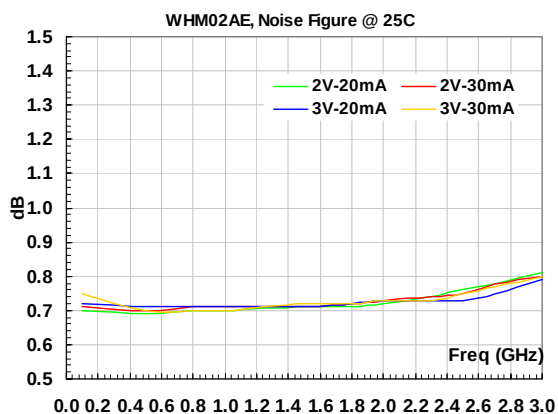


图 2 噪声系数性能

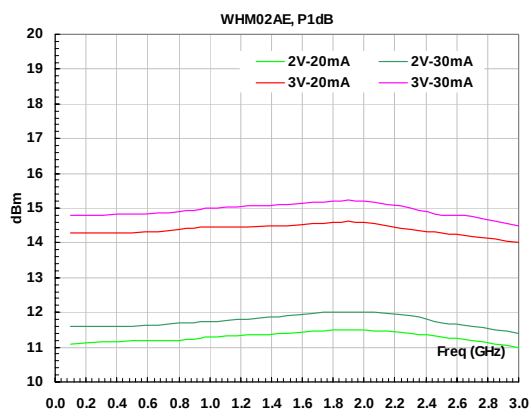


图 3 P_{1dB} 性能

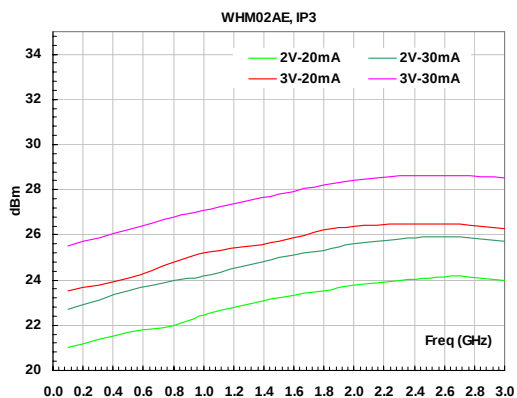


图 4 IP_3 性能

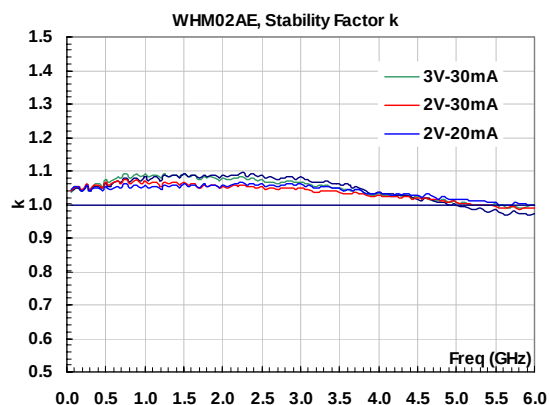


图 5 WHM02AE的刚性系数 k

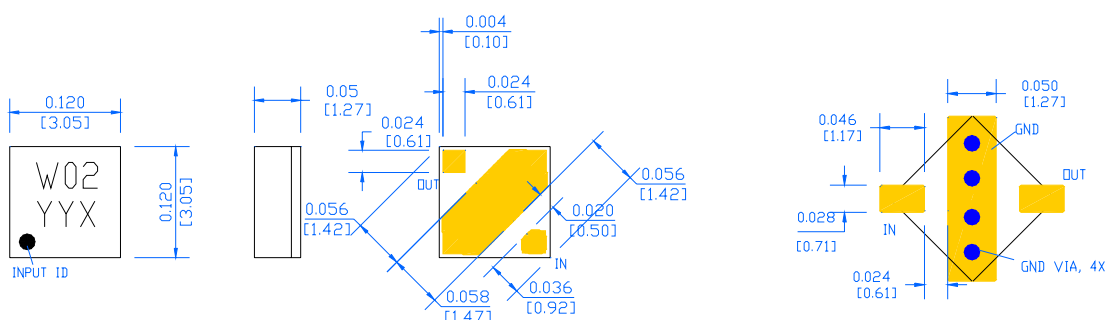


图 7 WHM02AE的机械简图和推荐的焊脚图

WHM02AE LNA的机械简图:

图 7 所示是WHM02AE的机械简图和焊脚图。该封装采用万通标准3 mm LGA封装LNA。我们推荐的焊脚图包括输入和输出焊接面以及中间接地面。图中有若干接地孔，是它们将中间接地面与微带背面的接地面相连接，为放大器提供RF接地和散热路径。接地孔必须镀上金属。

订购信息:

型号编码:	体积	带盘封装
WHM02AE	-BLK	-TR

产品应用:

图 8 是WHM02AE通用LNA测试电路图。它是图 6的改进版，它采用一个测试板来测试不同频段的LNA。图中，元件 L_{B1} 、 L_{D1} 、 R_{B1} 、 C_{B1} 和 C_{D1} 等是为了测试不同频段的LNA应用而设置的。对于100 MHz ~3 GHz 的LNA，由于其电感尺寸较小，仅使用 L_{B1a} 、 C_{B1a} 、 R_{B1a} 、 L_{D1a} 、 C_{D1a} 和 R_{D1} 即可。对于低于100 MHz 频段的LNA，应使用数值较高的电感，以使其低端工作频率得以拓展，在这样的情况下，使用 L_{B1b} 、 C_{B1b} 、 R_{B1b} 、 L_{D1b} 和 C_{D1b} ，并连接 L_{B1a} 和 L_{D1a} 。

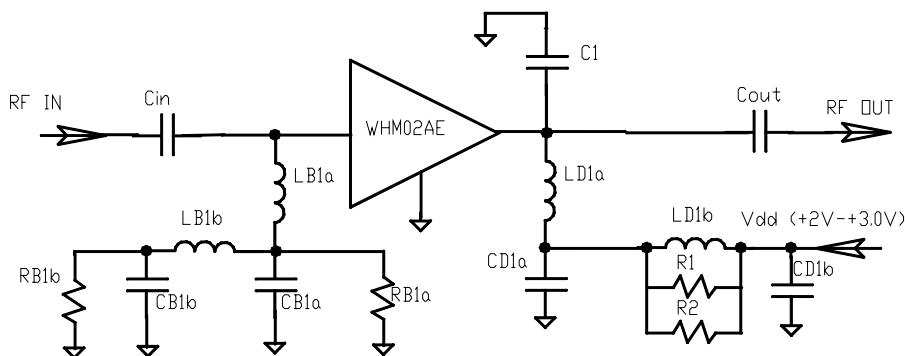


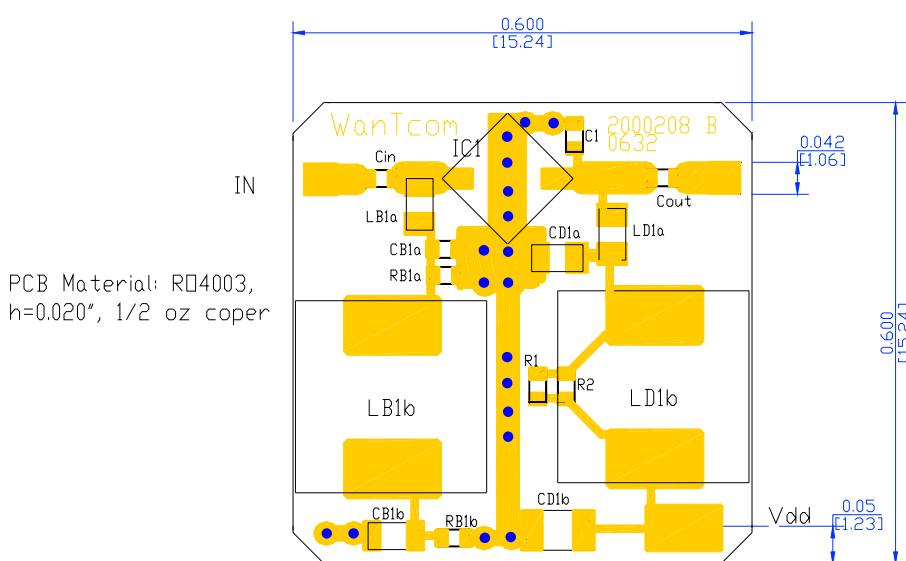


图 8 WHM02AE通用LNA测试电路图

图 9 所示是测试WHM02AE的通用LNA测试板，在测试板上有 L_{B1} 、 L_{D1} 、 R_{B1} 、 C_{B1} 、 C_{D1} 、 R_1 、 R_2 和 C_1 等焊脚图，它们是为不同频段的LNA应用所设置的。该测试板是基于微带设计的，微带上的所有元器件都处在同一层面上。测试板的背面是接地面。蓝色的圆点是连接信号层面与接地面的镀金属的接地孔。

C_{in} 和 C_{out} 是输入和输出DC隔直电容。考虑到为了获得低损耗和高频率性能，可以使用0402尺寸的陶瓷电容。对于100 MHz或者更高频率的LNA应用，可以使用 L_{B1a} 和 L_{D1a} 输入和输出RF遏流圈以提供DC偏置路径。 C_{B1a} 和 C_{D1a} 是退耦电容。 R_{B1a} 用于调整放大器的DC偏置电流。 R_{B1a} 值越高，总DC偏置电流就越大。

对于较低工作频段，可以将 C_{B1a} 、 R_{B1a} 、 C_{D1a} 、 R_1 和 R_2 置空。连接 L_{B1a} 和 L_{D1a} ，并使用 L_{B1b} 和 L_{D1b} 作为RF遏流圈。 C_{B1b} 和 C_{D1b} 用作退耦电容， R_{B1b} 用来调整DC偏置电流。



1. 1 MHz ~ 200 MHz 低噪声放大器:

如果DC偏置电路中RF遏流圈 L_{B1} 和 L_{D1} 的值较高，并且DC隔直电容 C_{in} 和 C_{out} 的值也较高，仅仅使用WHM02AE即可构成宽频段低频率低噪声放大器。表 2 是1~200 MHz LNA的原材料清单（BOM）。图 10和图 11 是所测得的通带频率响应和噪声系数。在选择了合适的偏置电流和电压的条件下，该放大器可形成优异的增益平坦度、回波损耗和极低的噪声系数。

在BOM表的最后一栏，元件制造商后标有“/”的，表示该元件可采用其它制造商生产的同类产品替代。我们推荐的指定制造商用黑色粗体表示。比如， C_{in} 电容可采用其他供应商生产的0.1 μ F电容来代替Murata电容，只要该电容与所指定电容相当即可。但是 IC_1 必须使用万通的OEM元件。

表 2 1 ~200 MHz LNA原材料清单（BOM）

Site	QTY	Description	Pkg	Mfgr Part No.	Mfgr
Cin, Cout, CB1b, CD1b	4	CAP, 0.1uF 10V 10%X5R	0402	GRM155R61A104KA01D	Murata/
C1, CB1a, CD1a, RB1a, R1, R2	6	置空	0402	--	--
LB1a, LD1a	2	RES, 0.00 OHM	0603	9C06031A0R00JLHFT	Phylcom/
LB1b, LD1b	2	470 UH	--	875FU-221M	ToKo
* RB1b	1	RES, 169 OHM 1% 1/16W	0402	ERJ-2RKF1690X	Panasonic/
IC1	1	LNA	M3	WHM02AE	万通
PCB	1	WHM02AE MB	--	--	万通/

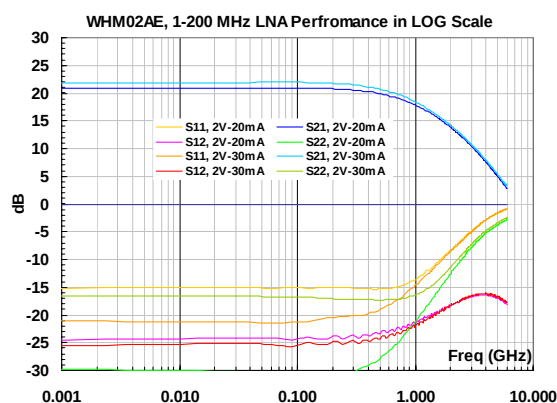


图 10 1~200 MHz LNA通带性能

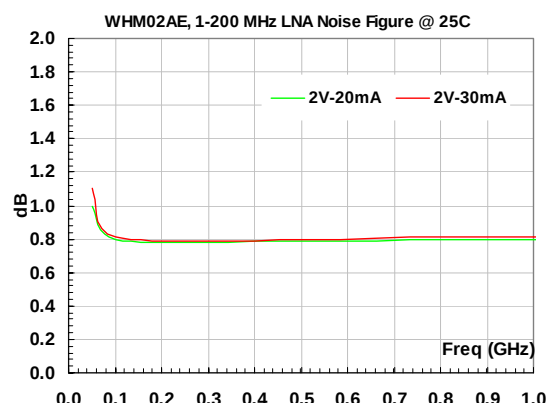


图 11 1~200 MHz LNA噪声系数

2. 0.1 GHz ~1.6 GHz 低噪声放大器:

如果为DC偏置路径中的RF通流圈设置了合适的 L_{B1} 和 L_{D1} , WHM02AE可以容易地构成宽频段高频率低噪声放大器。表 3 是0.1 GHz ~1.6 GHz LNA的原材料清单 (BOM)。图 12和图 13 是当漏极电压为3.0 V、电流为30 mA时, 所测得的通带频率响应、 P_{1dB} 、 IP_3 和噪声系数性能。

当DC供电功率为+5.0V时, 为了获得3.0 V管芯偏置电压, R_1 应为68 Ohm, R_2 应置空。这种配置有助于降低管芯DC偏置电流对 R_{B1} 值和温度所产生的敏感性。根据不同的管芯DC偏置电流和电压的设置, 可以计算出不同的 R_1 值。当供电功率为+5.0V时, 选择漏极电压2.0V、电流30 mA、 R_1 的总电压降降为3.0V, 则 R_1 的值为100 Ohm。常规的0402尺寸的100 Ohm电阻不具备足够的功率额定值, 因此, 值分别为200 Ohm的 R_1 和 R_2 电阻必须共同分担所产生的功率消耗。

表 3 0.1 GHz ~1.6 GHz LNA 原材料清单 (BOM)

元件位置	数量	属 性	封装	制造商元件型号	制造商
Cin, Cout, CB1a, CD1a	4	CAP, 0.01uF 25 V 5% X7R	0402	ECJ-0EB1E103K	Panasonic/
C1	1	CAP, 1.0pf 50V 0402 SMD	0402	ECJ-0EC1H010C	Panasonic/
CB1b, CD1b, LB1b, LD1b, RB1b, R2	6	置空	--	--	--
LB1a	1	IND, 220 nH 110MA	0603	LQW18ANR27J00D	Murata
Ld1a	1	IND, 220 nH 110MA	0603	LQW18ANR27J00D	Murata
* RB1a	1	RES, 169 OHM 1% 1/16W	0402	ERJ-2RKF1690X	Panasonic/
R1	1	RES, 0 OHM	0402	MCR01MZPJ000	ROHM/
IC1	1	LNA	M3	WHM02AE	万通
PCB	1	WHM02AE MB	--	--	万通/

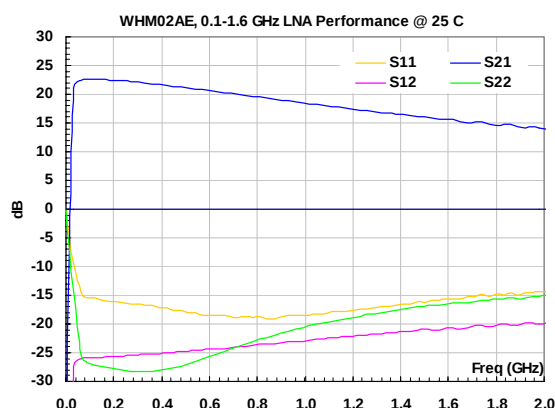


图 12 0.1 GHz ~ 1.6 GHz LNA 性能

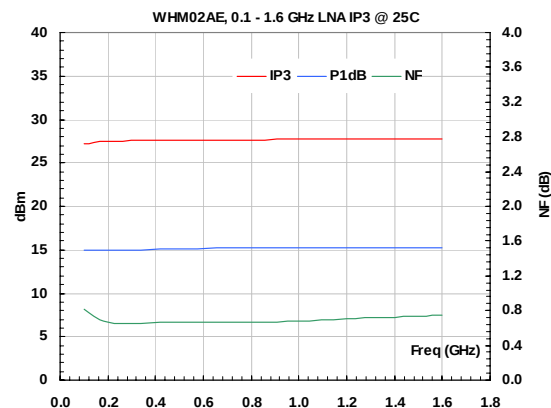


图 13 0.1 GHz - 1.6 GHz LNA 噪声系数等



3. 1.1 GHz ~ 1.6 GHz低噪声放大器:

对于1.1 GHz ~ 1.6 GHz频段应用, 如果选择合适的 L_{B1} 、 L_{D1} 、 C_{in} 和 C_{out} 值, WHM02AE可以容易地构成宽频段高频率低噪声放大器。表 4 是 BOM。图 14和图 15 是当漏极电压为3.0 V、电流为30 mA时, 所测得的通带频率响应、 P_{1dB} 、 IP_3 和噪声系数性能。

表 4 1.1 GHz – 1.6 GHz LNA 原材料清单 (BOM)

元件位置	数量	属 性	封装	制造商元件型号	制造商
Cin	1	CAP, 15pF 50V 0402 SMD	0402	C0402C150J5GACTU	KEMET /
Cout	1	CAP, 6.8pF 50V 0402 SMD	0402	0402N6R8D500NT	BC /
CB1a, CD1a	2	CAP, 0.01uF 25 V 5% X7R	0402	ECJ-0EB1E103K	Panasonic/
C1	1	CAP, 0.5 pF 50V +/- 0.25 pF NPO	0402	GRM1555C1HR50CZ01D	Murata/
CB1b, CD1b, LB1b, LD1b, RB1b	5	置空	--	--	--
LB1a	1	IND, 220 nH 110MA	0603	LQW18ANR22J00D	Murata/
Ld1a	1	IND, 27 nH 440MA	0603	LQW18AN27NJ00D	Murata/
* RB1a	1	RES, 169 OHM 1% 1/16W	0402	ERJ-2RKF1690X	Panasonic/
RD1	1	RES, 0 OHM	0402	MCR01MZPJ000	ROHM/
IC1	1	LNA	M3	WHM02AE	万通
PCB	1	WHM02AE MB	--	--	万通

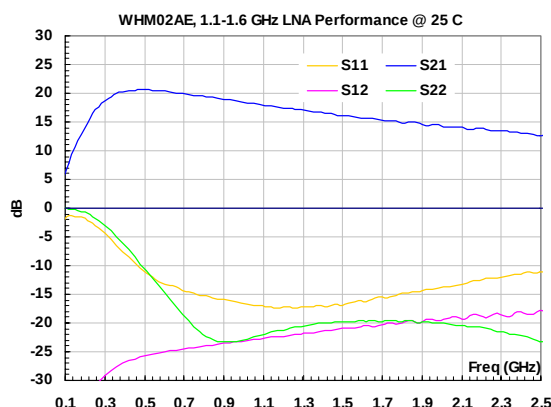


图 14 1.1 GHz – 1.6 GHz LNA 性能

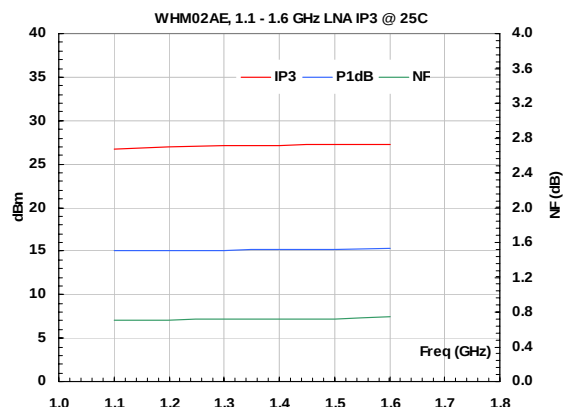


图 15 1.1 GHz – 1.6 GHz LNA 噪声系数等

4. 1.7 GHz – 2.2 GHz 低噪声放大器:

对于1.7 GHz ~ 2.2 GHz频段应用, 如果选择合适的 L_{B1} 、 L_{D1} 、 C_{in} 和 C_{out} 值, WHM02AE可以容易地构成宽频段高频率低噪声放大器。表 5 是 BOM。图 16和图 17 是当漏极电压为3.0 V、电流为30 mA时, 所测得的通带频率响应、 P_{1dB} 、 IP_3 和噪声系数性能。

表 5 1.7 GHz – 2.2 GHz LNA 原材料清单 (BOM)

元件位置	数量	属 性	封装	制造商元件型号	制造商
Cin	1	CAP, 5.0pF±0.25pF 50V SMD	0402	ECJ-0EC1H050C	Panasonic /
Cout	1	CAP, 3.0pF±0.25pF 50V SMD	0402	ECJ-0EC1H030C	Panasonic /
CB1a, CD1a	2	CAP, 0.01uF 25 V 5% X7R	0402	ECJ-0EB1E103K	Panasonic /
C1	1	CAP, 0.3pF 50V 0402 COG	0402	GRM1555C1HR30CZ01D	Murata/
CB1b, CD1b, LB1b, LD1b, RB1b, R2	5	置空	--	--	--
LB1a	1	IND, 220 nH 110MA	0603	LQW18ANR22J00D	Murata/



Ld1a	1	IND, 15 nH SMD	0603	LQW18AN15N00D	Murata/
* RB1a	1	RES, 169 OHM 1% 1/16W	0402	ERJ-2RKF1690X	Panasonic /
R1	1	RES, 0 OHM	0402	MCR01MZPJ000	ROHM/
IC1	1	LNA	M3	WHM02AE	万通
PCB	1	WHM02AE MB	--	--	万通

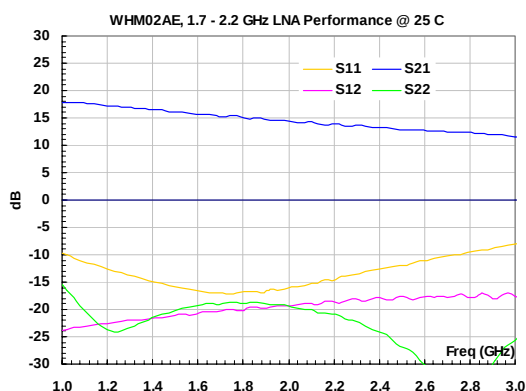


图 16 1.7 GHz – 2.2 GHz LNA 性能

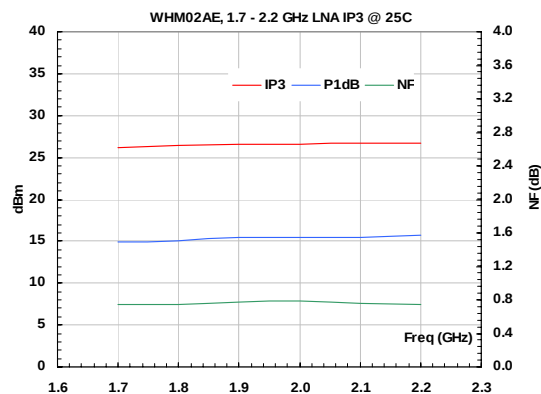


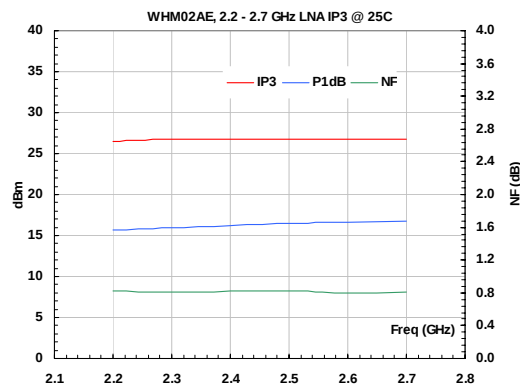
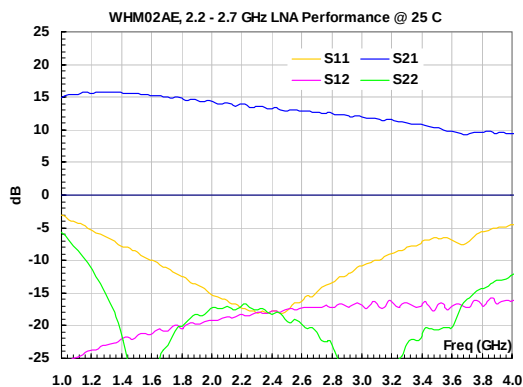
图 17 1.7 GHz – 2.2 GHz LNA 噪声系数等

5. 2.2 GHz – 2.7 GHz低噪声放大器:

对于 2.2 GHz ~ 2.7 GHz频段应用, 如果选择合适的 L_{B1} 、 L_{D1} 、 C_{in} 和 C_{out} 值, WHM02AE可以容易地构成宽频段高频率低噪声放大器。表 6 是 BOM。图 18和图 19 是当漏极电压为3.0 V、电流为30 mA时, 所测得的通带频率响应、 P_{1dB} 、 IP_3 和噪声系数性能。

表 6 2.2 GHz – 2.7 GHz LNA 原材料清单 (BOM)

元件位置	数量	属 性	封装	制造商元件型号	制造商
Cin, Cout	2	CAP, 2.4pF 50V 0402 SMD	0402	GRM1555C1H2R4BZ01E	Murata/
CB1a, CD1a	2	CAP, 0.01uF 25 V 5% X7R	0402	ECJ-0EB1E103K	Panasonic/
C1	1	CAP, 0.20+-0.05pF	0402	500R07S0R2AV4T	Johanson/
CB1b, CD1b, LB1b, LD1b, RB1b, R2	6	置空	--	--	--
LB1a	1	IND, 220 nH 110MA	0603	LQW18ANR22J00D	Murata/
Ld1a	1	IND, 10 nH SMD	0603	LQW18AN10N00D	Murata/
* RB1a	1	RES, 169 OHM 1% 1/16W	0402	ERJ-2RKF1690X	Panasonic/
R1	1	RES, 0 OHM	0402	MCR01MZPJ000	ROHM/
IC1	1	LNA	M3	WHM02AE	万通
PCB	1	WHM02AE MB	--	--	万通





Wan7com, Inc.

版本 A

www.wantcominc.com

图 18 2.2 GHz – 2.7 GHz LNA 性能.

图 19 2.2 GHz – 2.7 GHz LNA 噪声系数等
