低噪声放大器

小组成员：王涛
杨祥
杨圣忠

2015-1-21

目录

1 指标及用途

2 仿真实践

3 心得体会

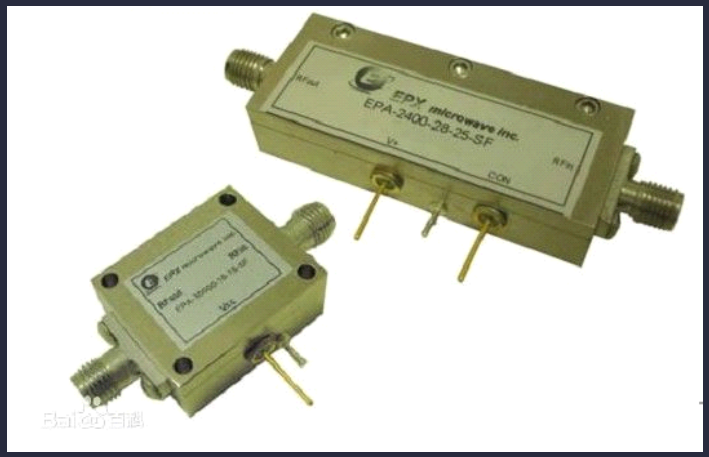
王涛：搭建简单的单级低噪声放大器电路及完成阻抗匹配网络后的电路仿真分析

杨祥：完成**1MHZ**下低噪声放大器的参数分析并与高频调谐放大器对比

杨圣忠：完成**100MHZ**下低噪声放大器的参数分析及窄带低噪声放大器的仿真

用途

- 因噪声系数低的优势，一般用作各类无线电接收机的高频或中频前置放大器，以及高灵敏度电子探测设备的放大电路。



指标

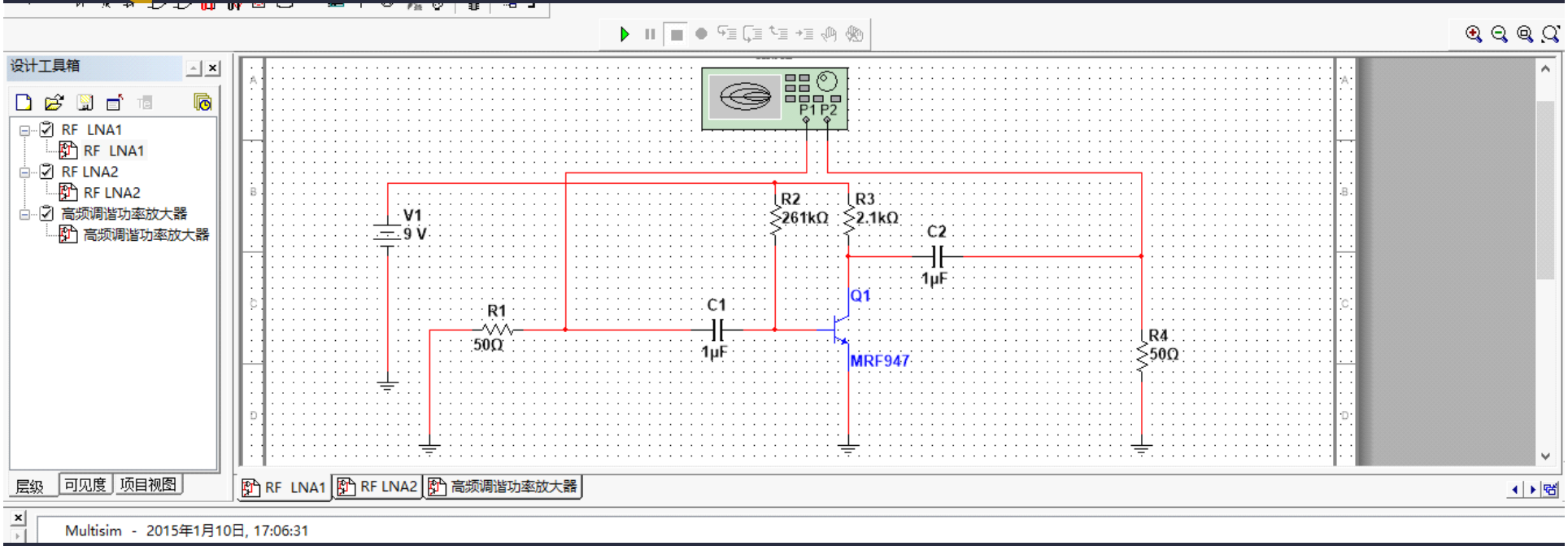
1 噪声系数 →→ 越小越好

2 增益 →→ 不宜过大

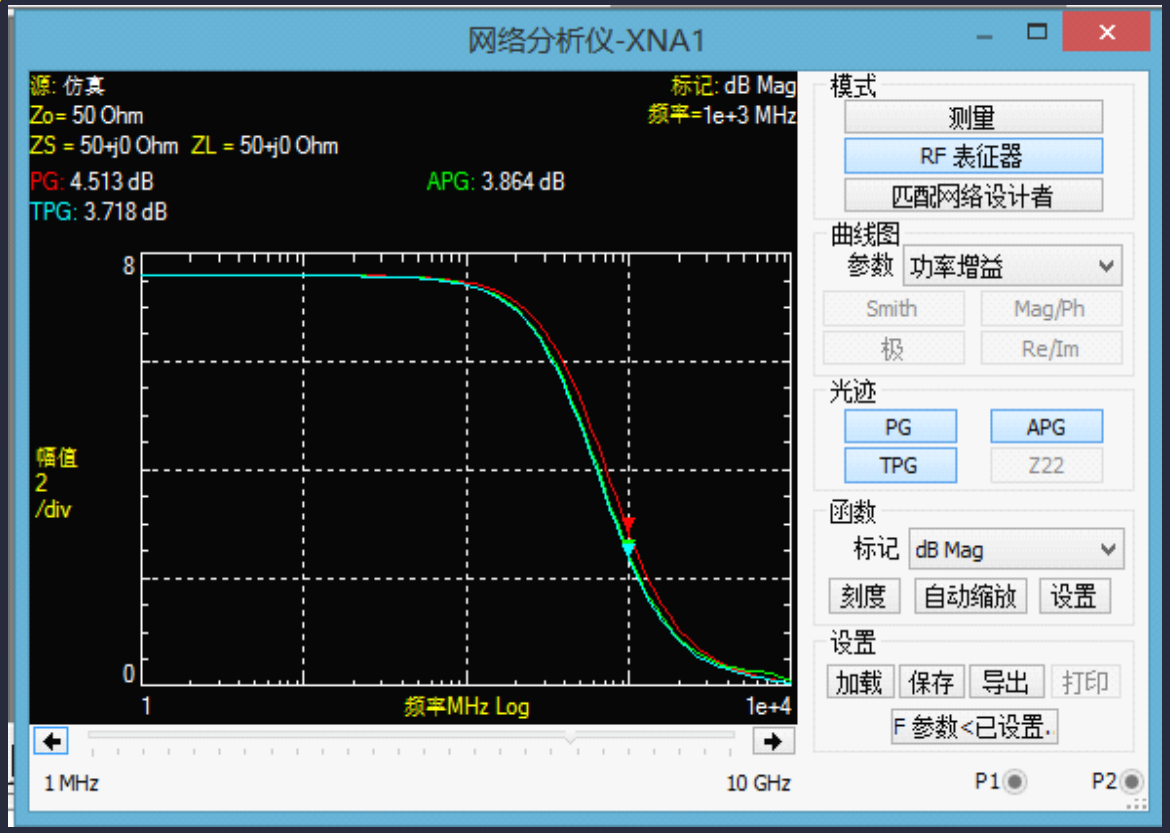
3 阻抗匹配

4 线性范围

仿真实践

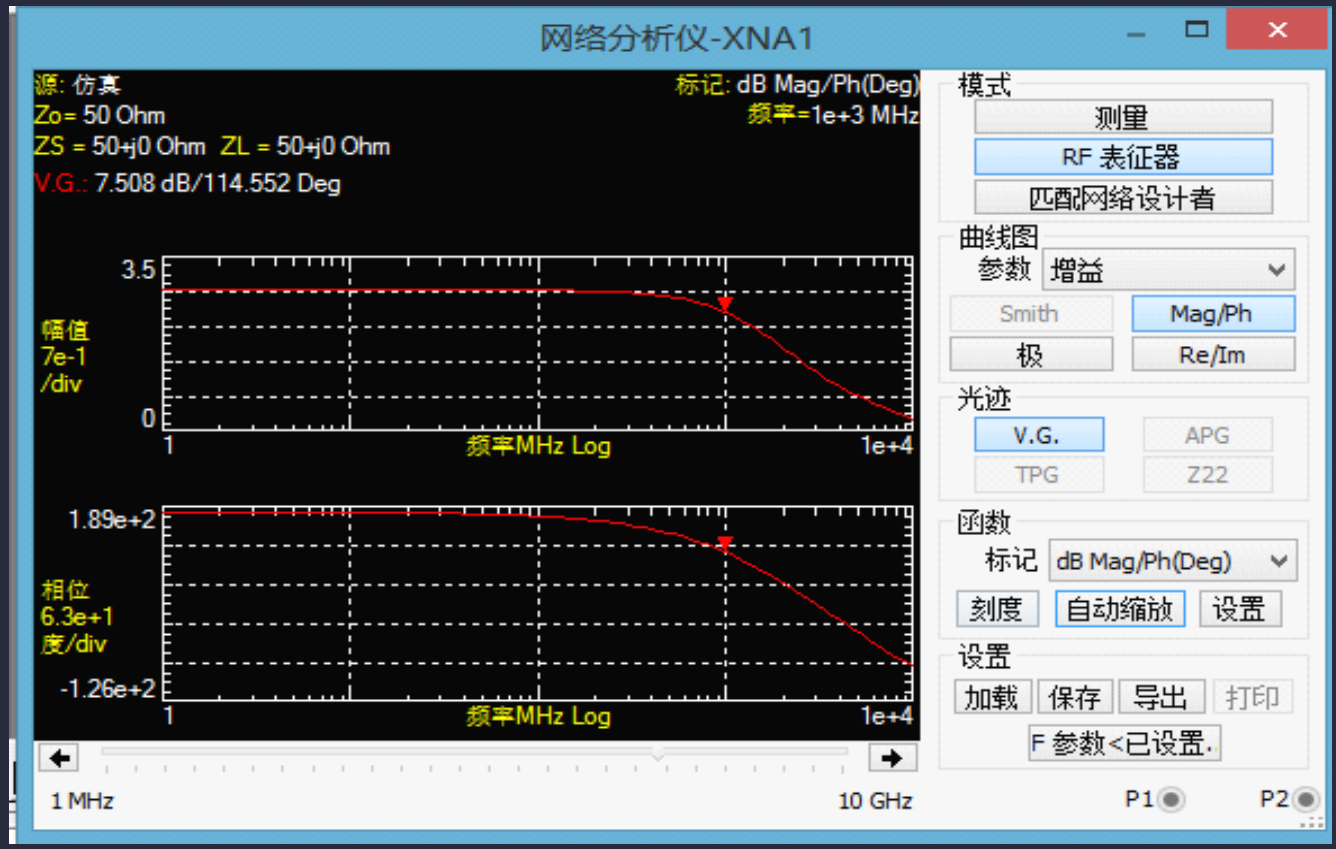

设计工具箱
RF LNA1
RF LNA1
RF LNA2
RF LNA2
高频调谐功率放大器
高频调谐功率放大器
层级
可见度
项目视图
P1 P2
V1
9 V
R2
261kΩ
R3
2.1kΩ
C2
1μF
Q1
R1
50Ω
C1
1μF
MRF947
R4
50Ω
RF LNA1
RF LNA2
高频调谐功率放大器
Multisim - 2015年1月10日, 17:06:31

仿真实践



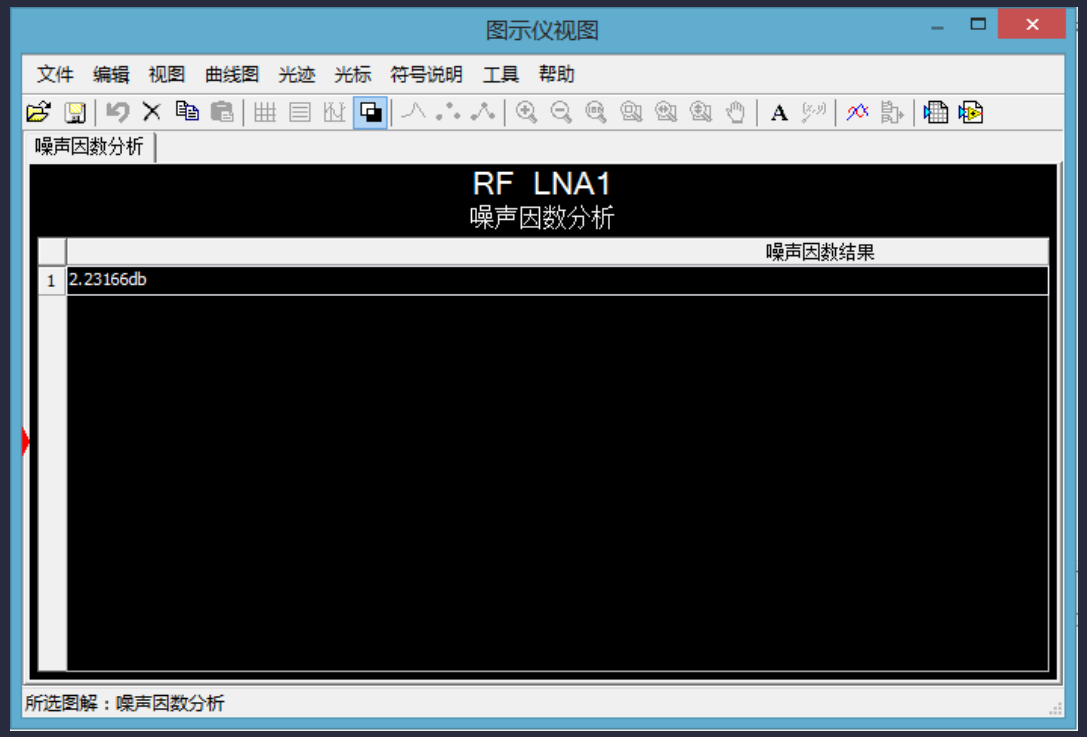
PG：4.513dB

仿真实践



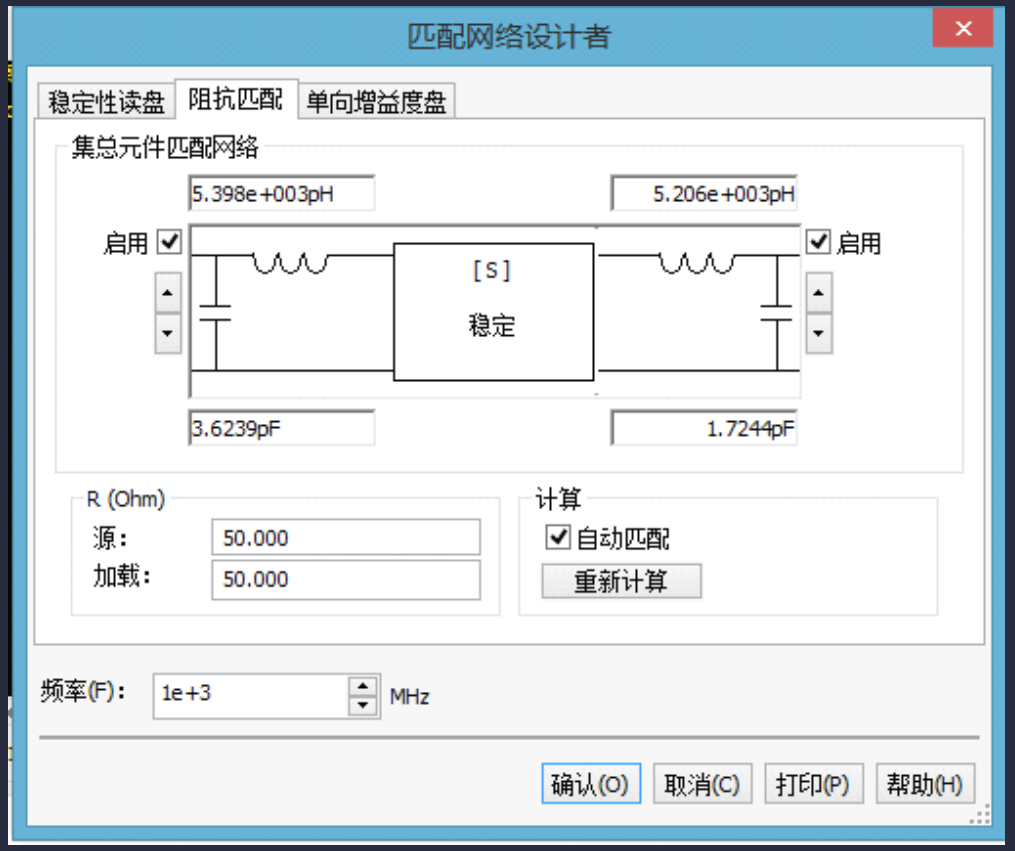
VG:7.508dB

仿真实践

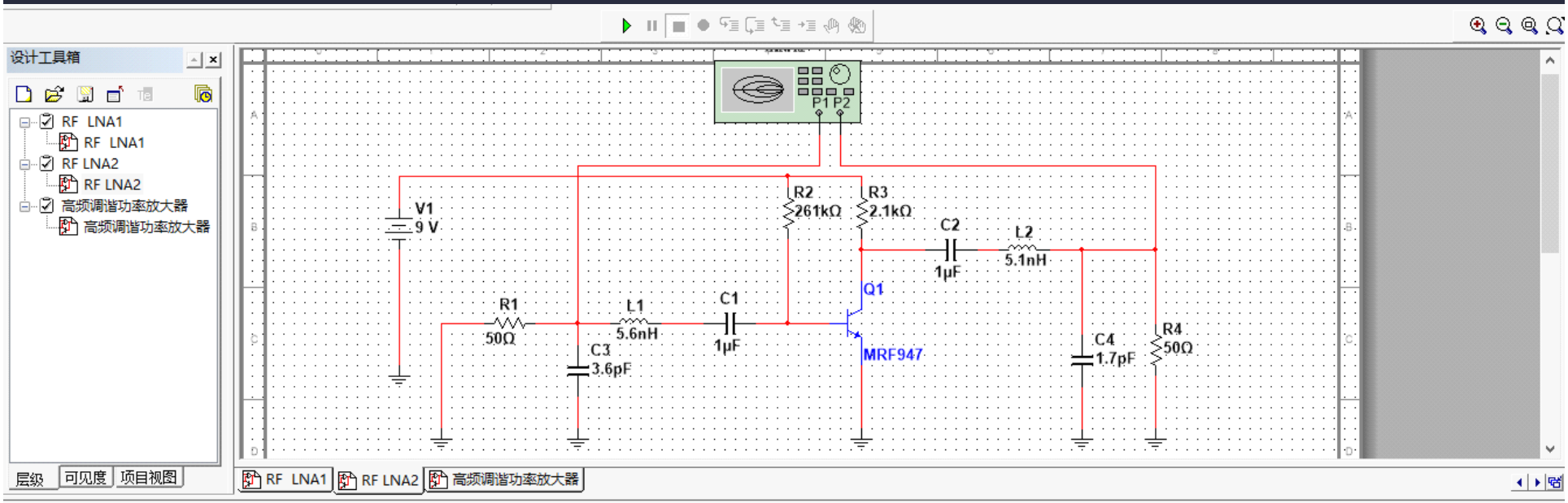


噪声系数：**2.23166dB**

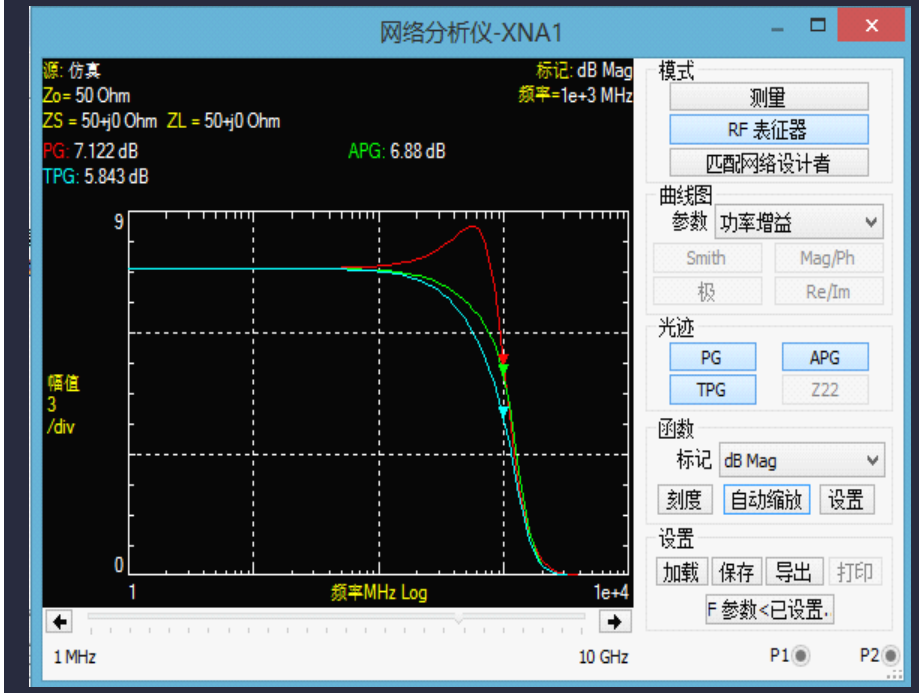
仿真实践


匹配网络设计者
稳定性读盘
阻抗匹配
单向增益度盘
集总元件匹配网络
5.398e+003pH
5.206e+003pH
启用
启用
[S]
稳定
3.6239pF
1.7244pF
R (Ohm)
源:
50.000
加载:
50.000
计算
自动匹配
重新计算
频率(F):
1e+3
MHz
确认(O)
取消(C)
打印(P)
帮助(H)

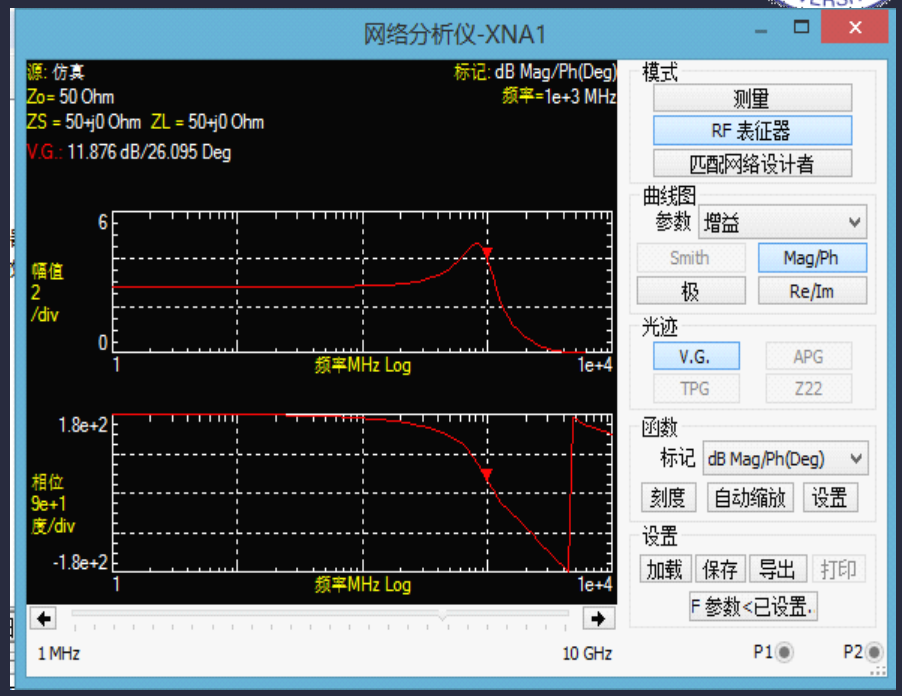
仿真实践


设计工具箱
RF LNA1
RF LNA1
RF LNA2
RF LNA2
高频调谐功率放大器
高频调谐功率放大器
层级
可见度
项目视图
P1 P2
V1
9 V
R1
50Ω
L1
5.6nH
C3
3.6pF
C1
1μF
R2
261kΩ
R3
2.1kΩ
Q1
MRF947
C2
1μF
L2
5.1nH
C4
1.7pF
R4
50Ω
RF LNA1
RF LNA2
高频调谐功率放大器

仿真实践

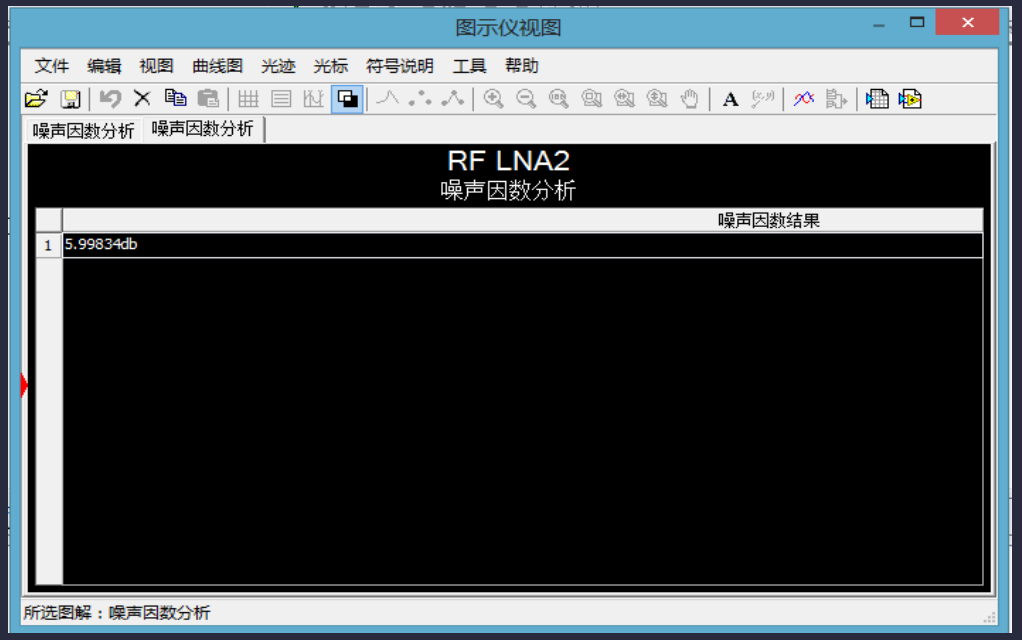


PG:7.122dB



VG:11.876dB

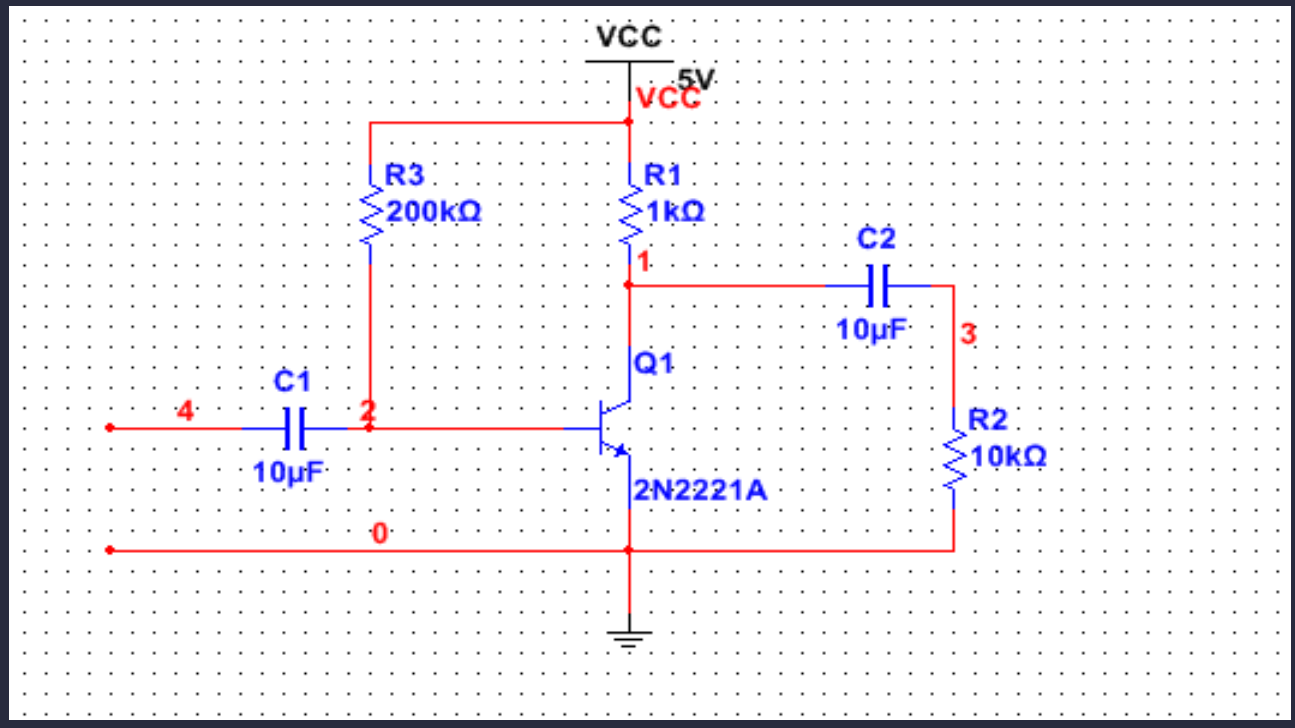
仿真实践



噪声系数：5.99834dB

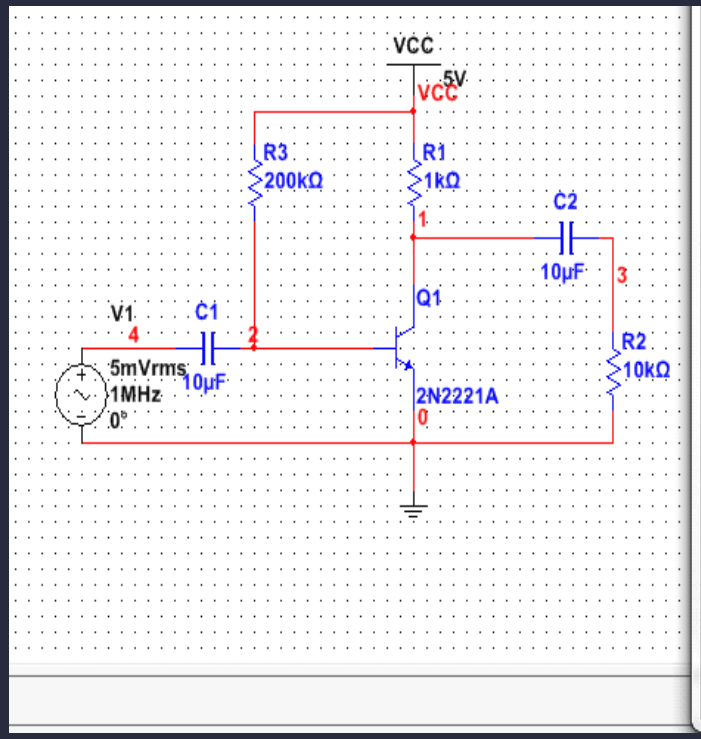
仿真实践

1MHZ下低噪声放大器的参数分析



仿真实践

直流分析



Noise Figure Analysis | Noise Figure Analysis | 示波器-XSC1 | 示波器-XSC1 | DC Ope

设计1

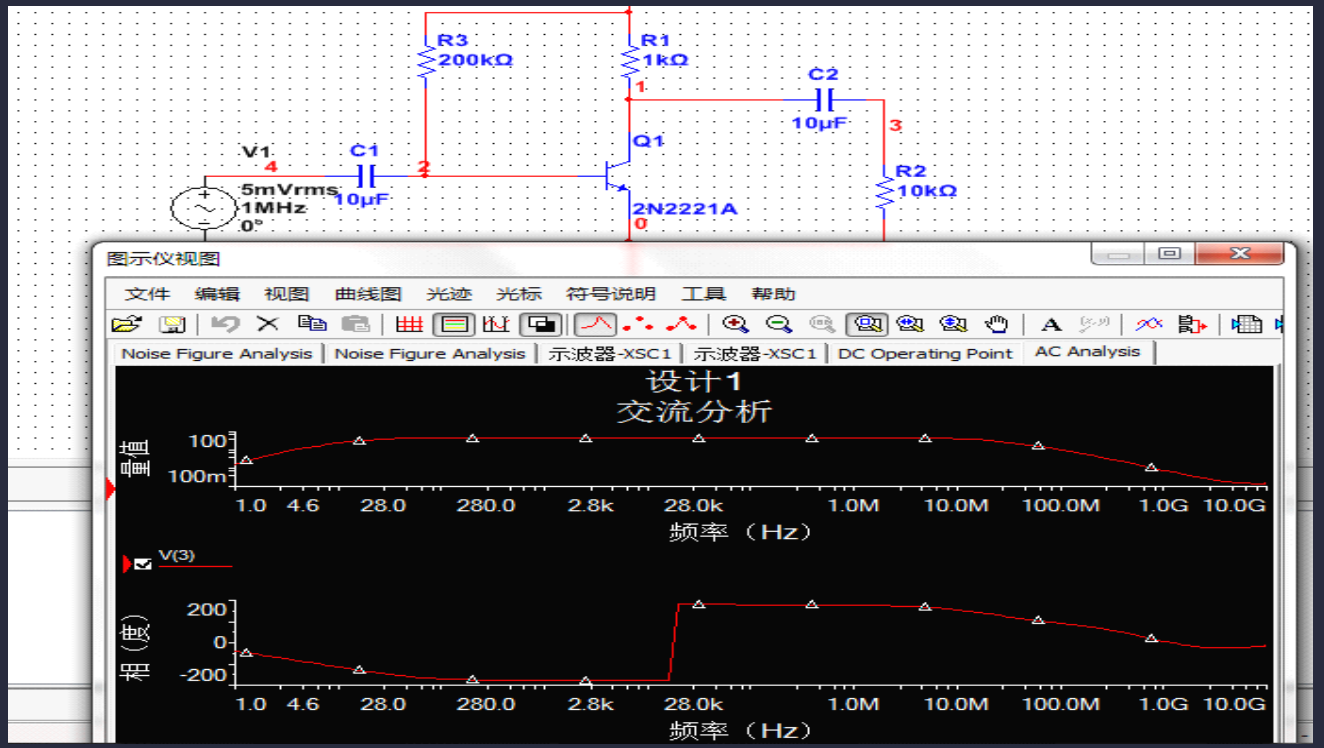
直流工作点

	直流工作点	
1	V(4)	0.00000
2	V(1)	3.71785
3	V(2)	633.47512 m
4	V(3)	0.00000
5	V(vcc)	5.00000

所选图解：直流工作点

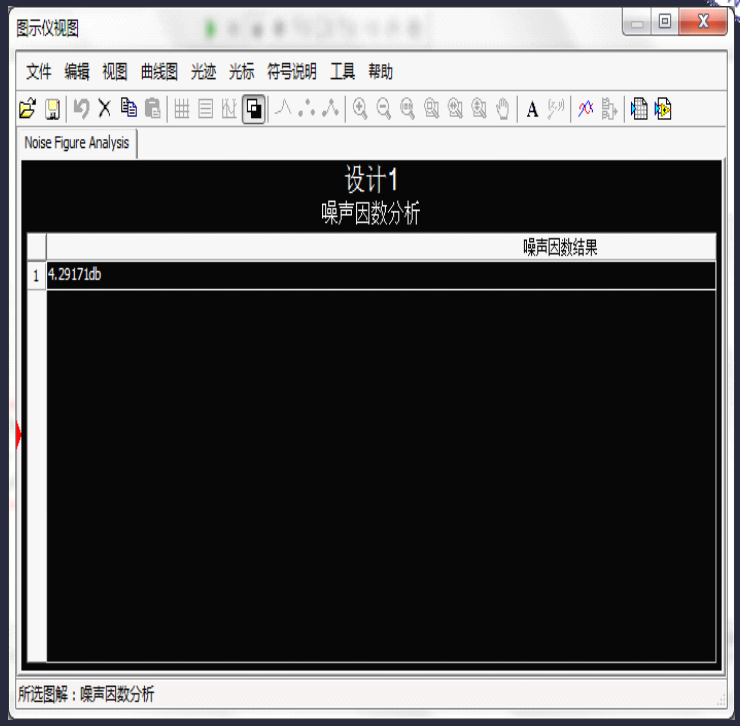
仿真实践

交流分析


R3
200kΩ
R1
1kΩ
C2
10μF
V1
5mVrms
1MHz
0°
C1
10μF
Q1
2N2221A
R2
10kΩ
图示仪视图
文件 编辑 视图 曲线图 光迹 光标 符号说明 工具 帮助
Noise Figure Analysis
Noise Figure Analysis
示波器-XSC1
示波器-XSC1
DC Operating Point
AC Analysis
设计1
交流分析
幅值
100
100m
1.0 4.6 28.0 280.0 2.8k 28.0k 1.0M 10.0M 100.0M 1.0G 10.0G
频率（Hz）
V(3)
相位
200
0
-200
1.0 4.6 28.0 280.0 2.8k 28.0k 1.0M 10.0M 100.0M 1.0G 10.0G
频率（Hz）

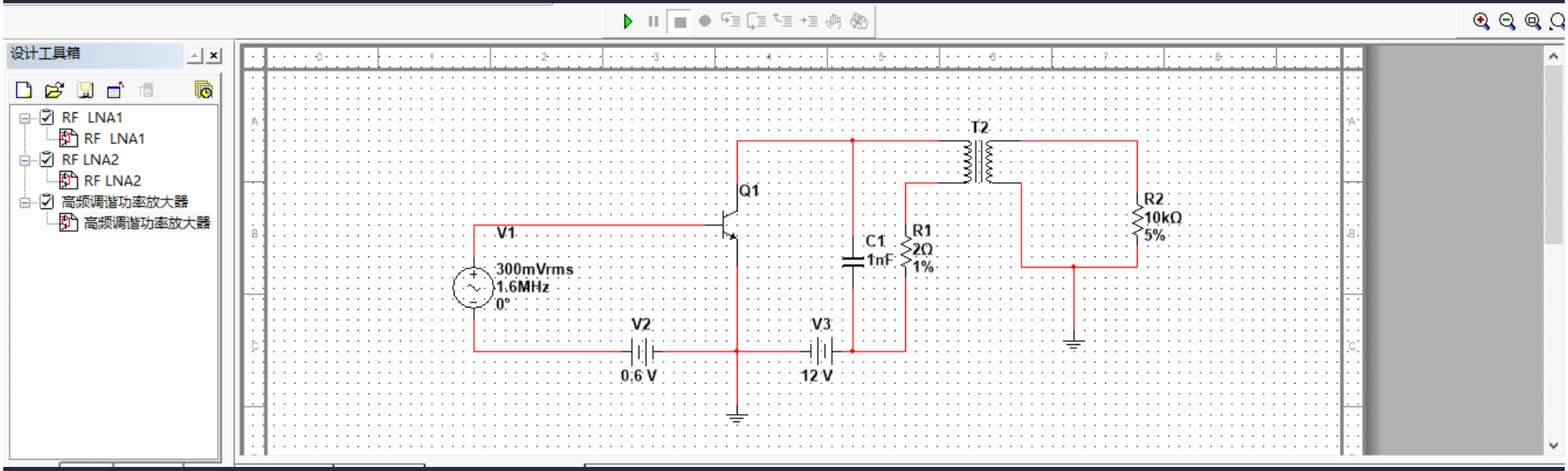
仿真实践

噪声分析

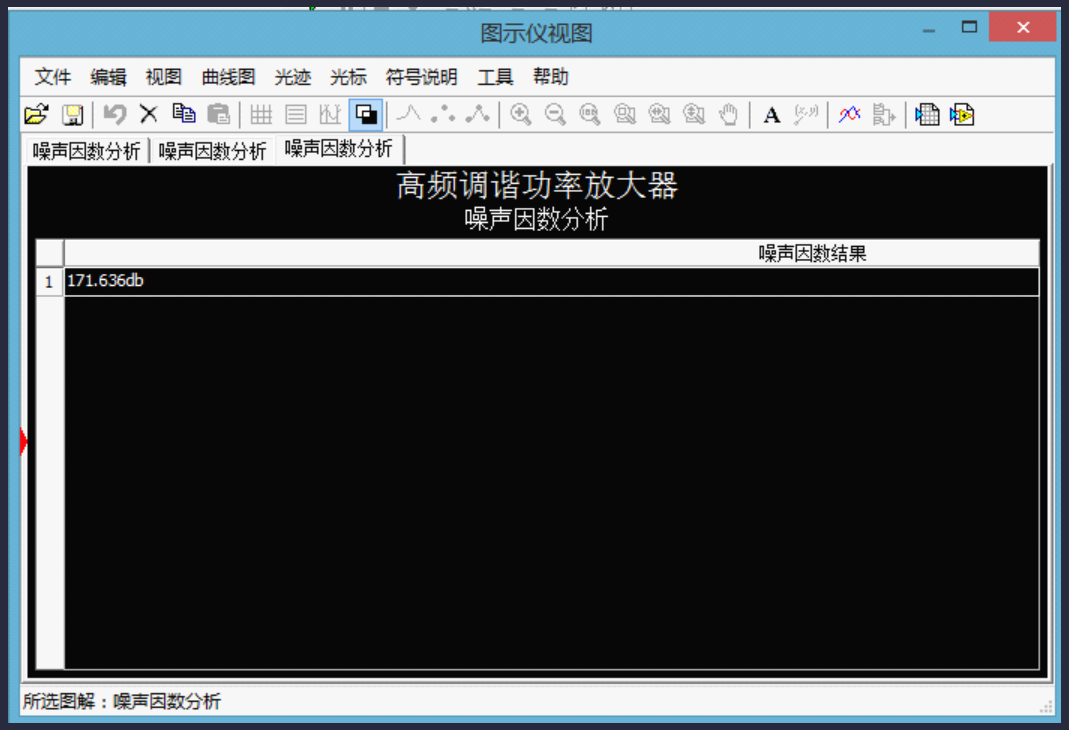


噪声系数：**4.29171dB**

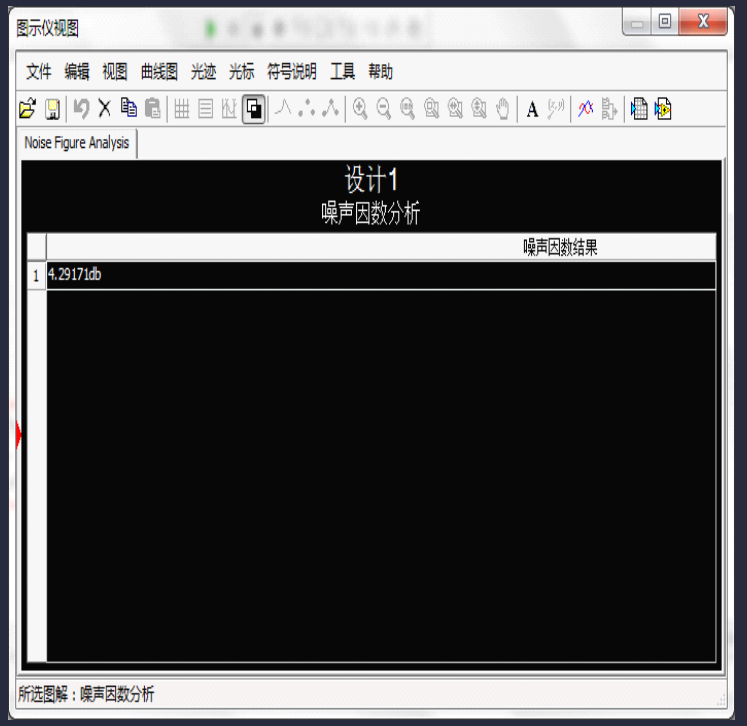
仿真实践


设计工具箱
RF LNA1
RF LNA1
RF LNA2
RF LNA2
高频调谐功率放大器
高频调谐功率放大器
T2
Q1
V1
300mVrms
1.6MHz
0°
C1
1nF
R1
2Ω
1%
R2
10kΩ
5%
V2
0.6 V
V3
12 V

仿真实践



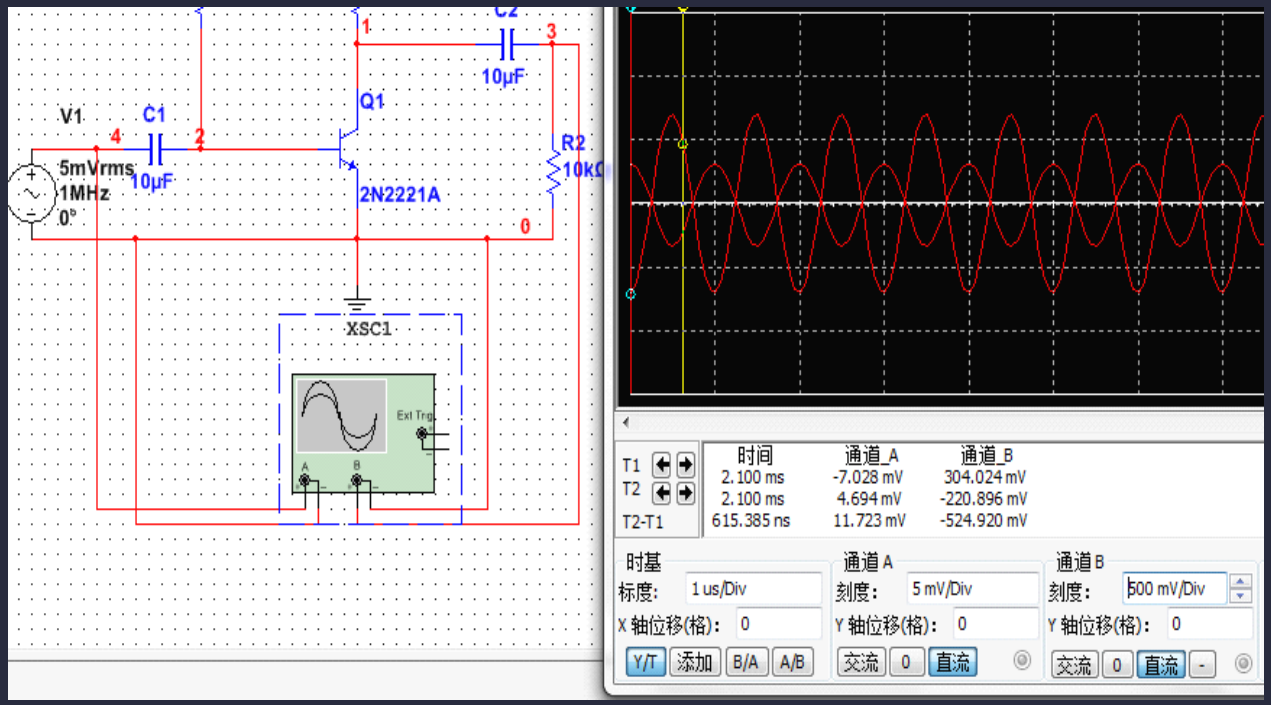
噪声系数：**171.633dB**



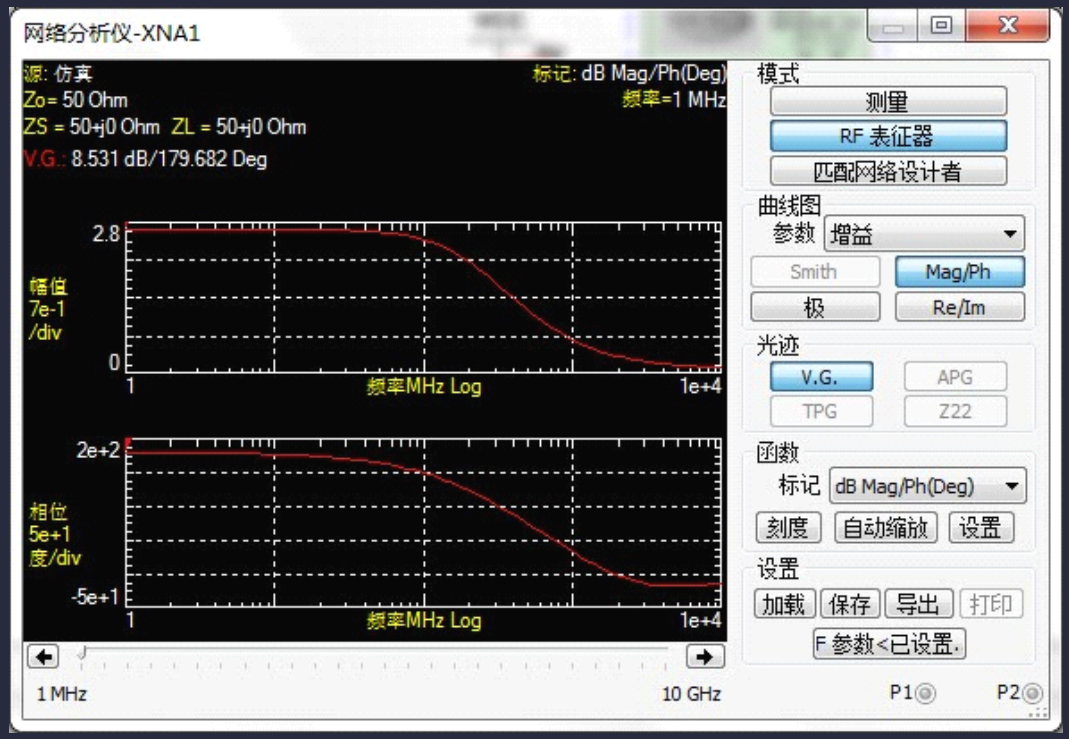
噪声系数：**4.29171dB**

仿真实践

输出信号的波形与LNA输入信号的波形对比

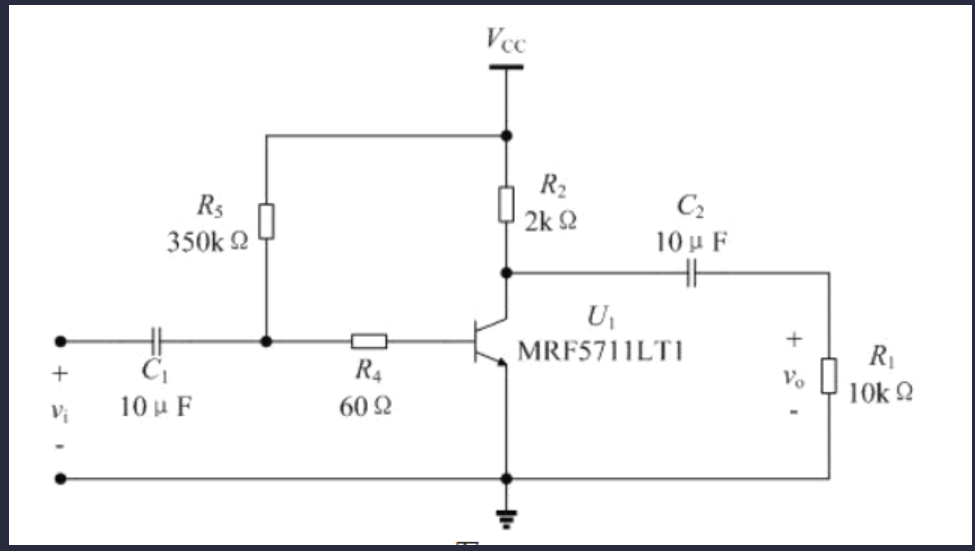


仿真实践


网络分析仪-XNA1
源: 仿真
Zo= 50 Ohm
ZS = 50+j0 Ohm ZL = 50+j0 Ohm
V.G.: 8.531 dB/179.682 Deg
标记: dB Mag/Ph(Deg)
频率=1 MHz
2.8
幅值
7e-1
/div
0
1
频率MHz Log
1e+4
2e+2
相位
5e+1
度/div
-5e+1
1
频率MHz Log
1e+4
1 MHz
10 GHz
P1
P2
模式
测量
RF 表征器
匹配网络设计者
曲线图
参数
增益
Smith
Mag/Ph
极
Re/Im
光迹
V.G.
APG
TPG
Z22
函数
标记
dB Mag/Ph(Deg)
刻度
自动缩放
设置
设置
加载
保存
导出
打印
F 参数<已设置.

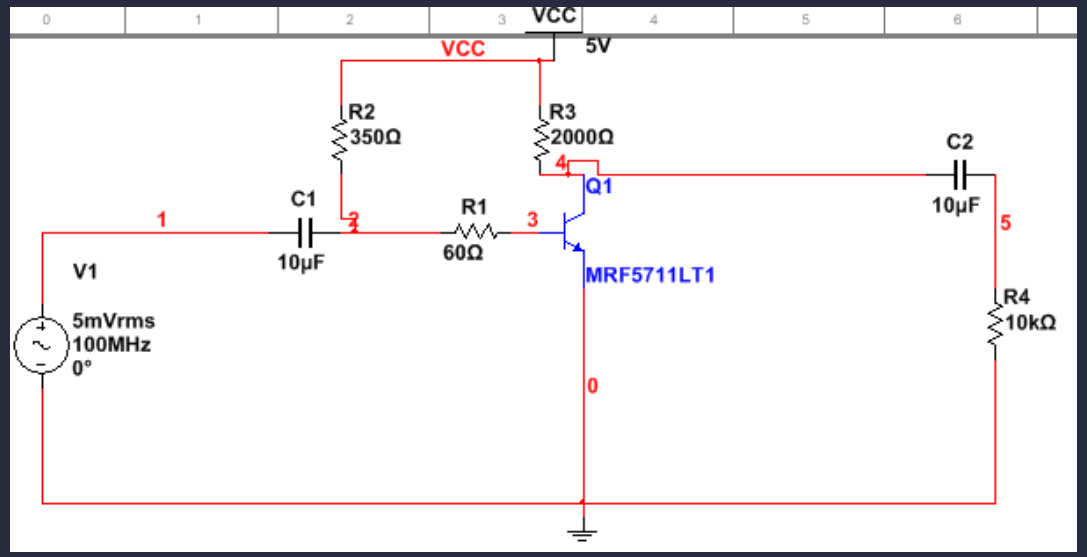
仿真实践

100MHZ下低噪声放大器的参数分析



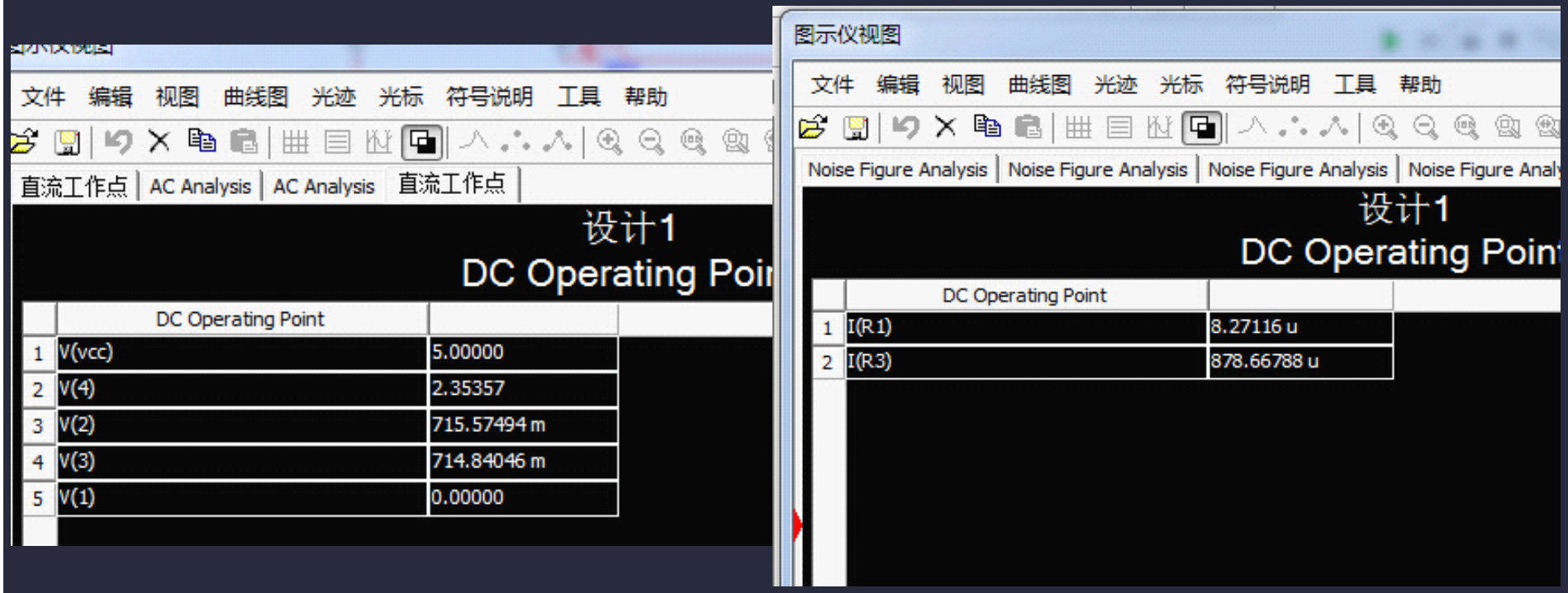
仿真实践

直流工作点分析



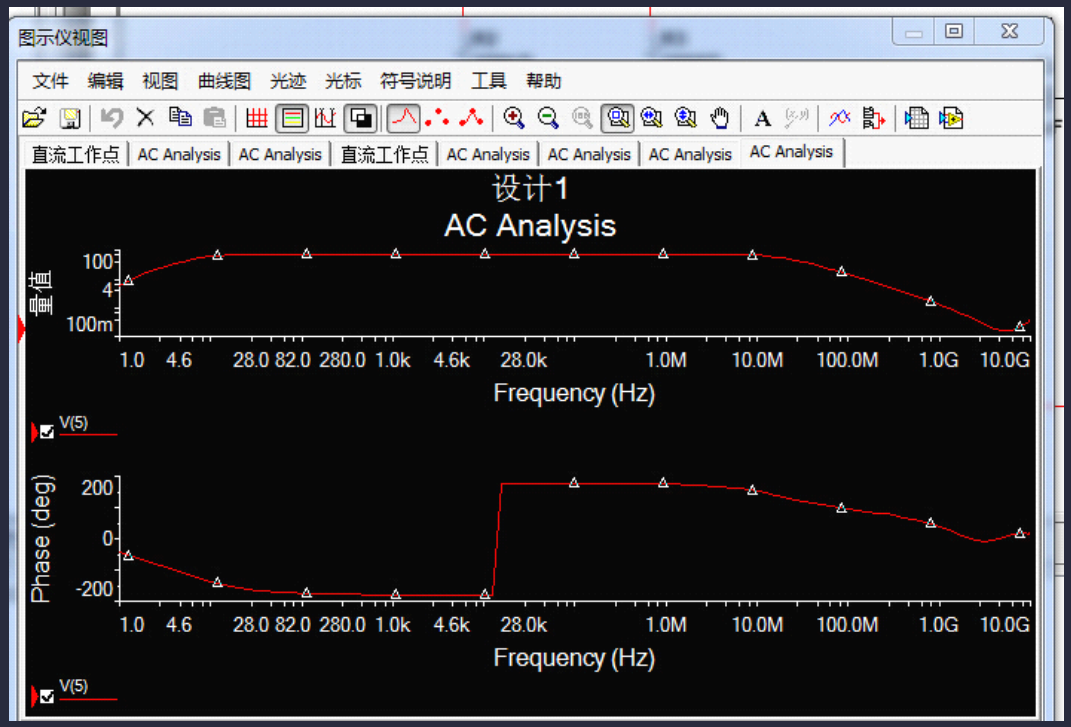
仿真实践

直流工作点分析



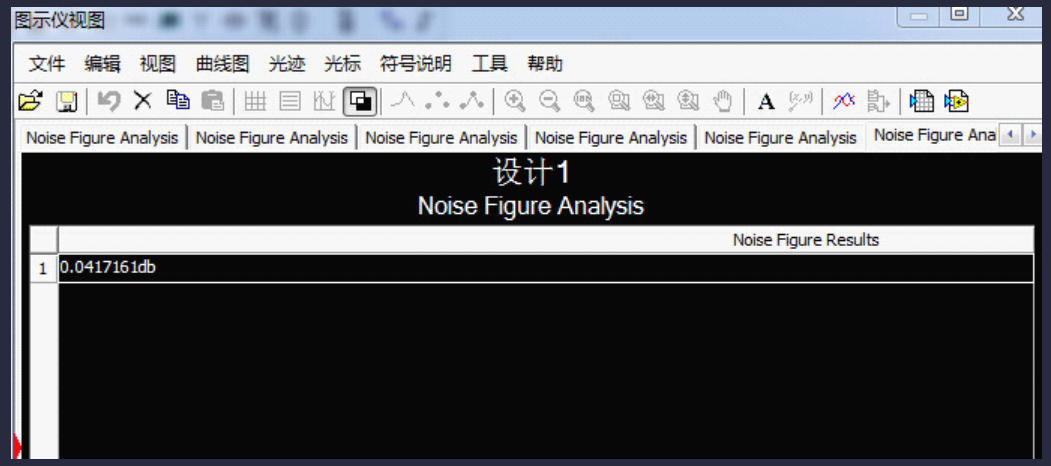
仿真实践

交流分析


图示仪视图
文件 编辑 视图 曲线图 光迹 光标 符号说明 工具 帮助
直流工作点 AC Analysis AC Analysis 直流工作点 AC Analysis AC Analysis AC Analysis AC Analysis
设计1
AC Analysis
量值
100
4
100m
1.0 4.6 28.0 82.0 280.0 1.0k 4.6k 28.0k 1.0M 10.0M 100.0M 1.0G 10.0G
Frequency (Hz)
V(5)
Phase (deg)
200
0
-200
1.0 4.6 28.0 82.0 280.0 1.0k 4.6k 28.0k 1.0M 10.0M 100.0M 1.0G 10.0G
Frequency (Hz)
V(5)

仿真实践

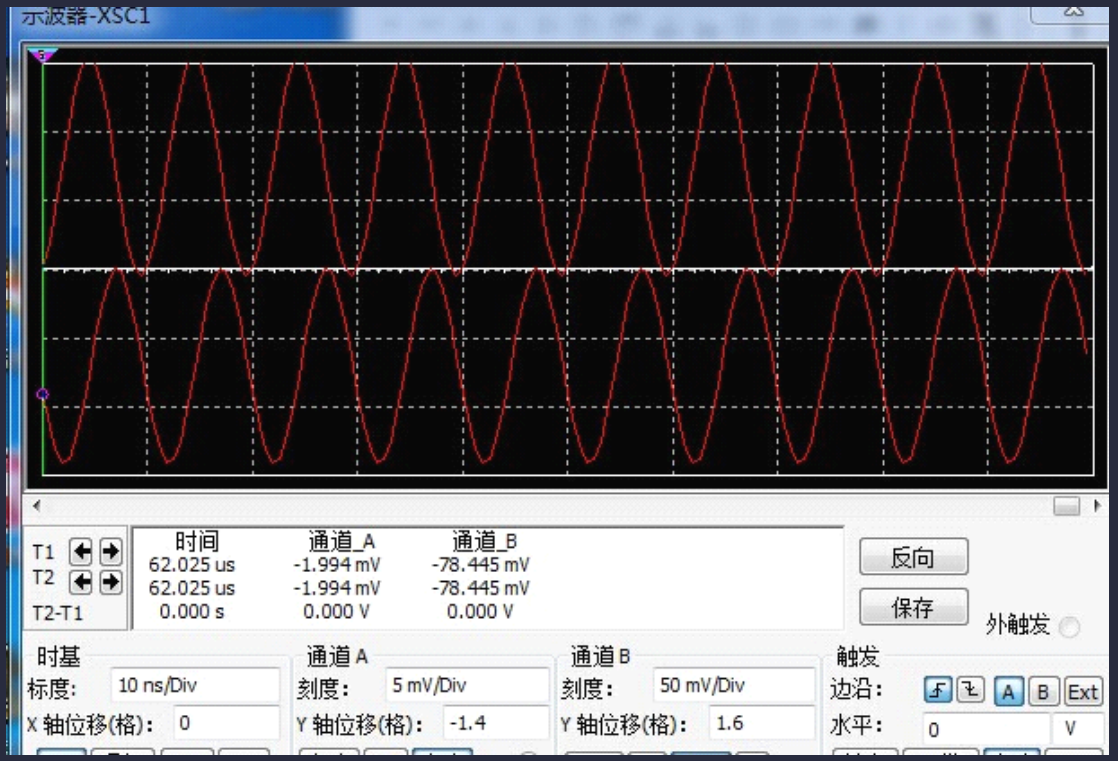
噪声分析



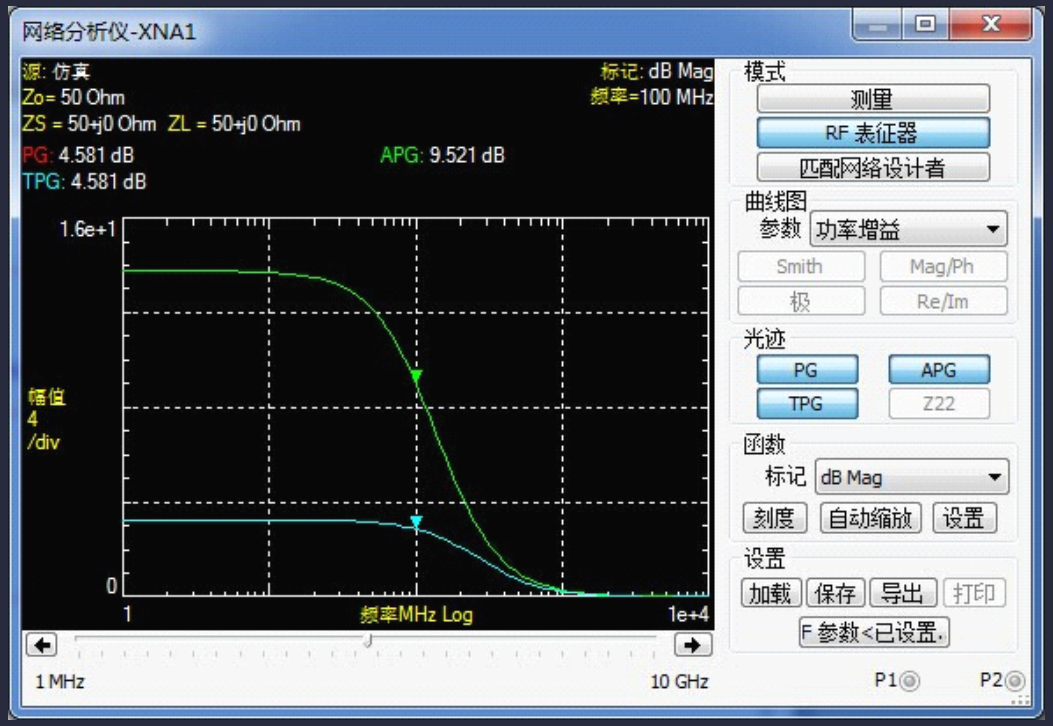
噪声系数：**0.0417161dB**

仿真实践

输入输出波形

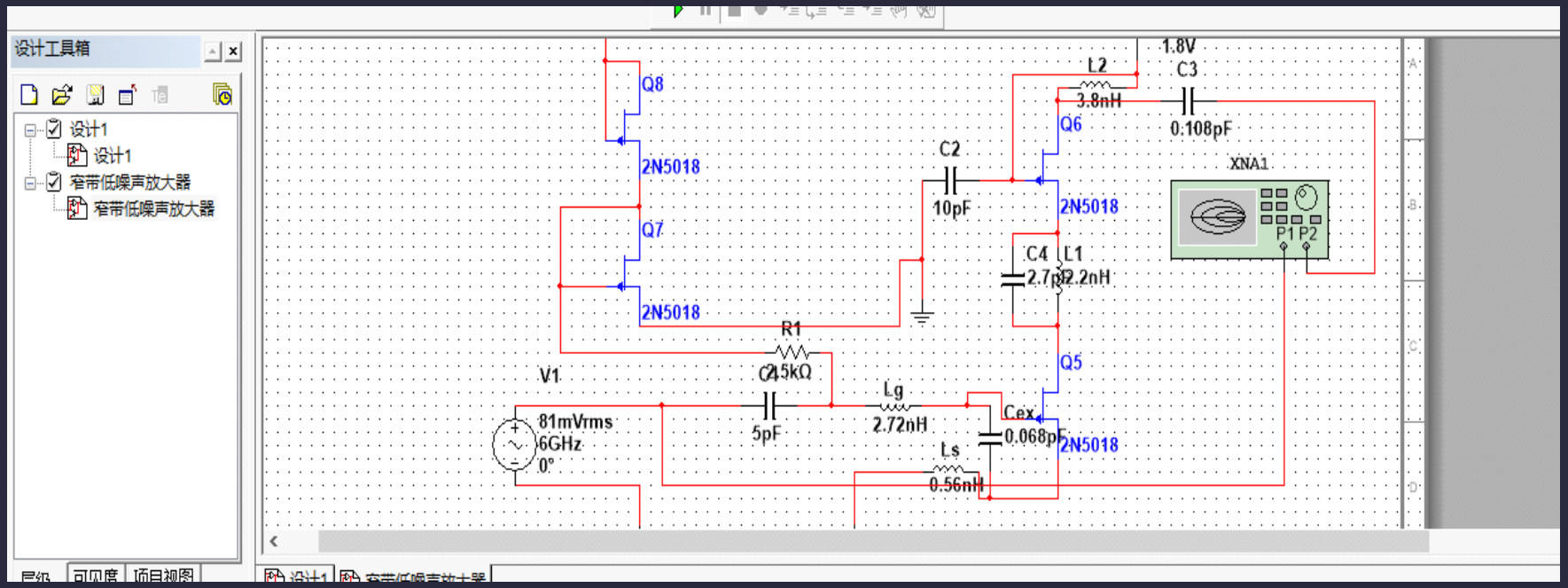

示波器-XSC1
T1
T2
T2-T1
时间
62.025 us
62.025 us
0.000 s
通道_A
-1.994 mV
-1.994 mV
0.000 V
通道_B
-78.445 mV
-78.445 mV
0.000 V
反向
保存
外触发
时基
标度: 10 ns/Div
X 轴位移(格): 0
通道 A
刻度: 5 mV/Div
Y 轴位移(格): -1.4
通道 B
刻度: 50 mV/Div
Y 轴位移(格): 1.6
触发
边沿:
A
B
Ext
水平: 0
V

仿真实践


网络分析仪-XNA1
源: 仿真
Zo= 50 Ohm
ZS = 50+j0 Ohm ZL = 50+j0 Ohm
PG: 4.581 dB
TPG: 4.581 dB
APG: 9.521 dB
标记: dB Mag
频率=100 MHz
1.6e+1
幅值
4
/div
0
1
频率MHz Log
1e+4
1 MHz
10 GHz
P1
P2
模式
测里
RF 表征器
匹配网络设计者
曲线图
参数
功率增益
Smith
Mag/Ph
极
Re/Im
光迹
PG
APG
TPG
Z22
函数
标记
dB Mag
刻度
自动缩放
设置
设置
加载
保存
导出
打印
F 参数<已设置.

仿真实践

窄带低噪声放大器



心得体会

1.通过对低噪声放大器的研究，拓宽了对通信电路的视野；

2.掌握了更多分析电路的方法，如噪声分析，交流分析等；

3.对Multisim仿真软件有了更全面的了解，学会了网络分析仪等新仪器的使用分析方法。

谢谢观看

参考文献：《射频通信电路》——陈邦媛
《基于Multisim10的射频 LNA仿真和设计》——王立华
《无线接收机前端低噪声放大器的研究》——岑明灿