

板级射频电路开发



第十三讲 PA与版图设计

主讲：汪 朋

QQ: 3180564167

01

PA设计指标

02

基于ADS的PA设计原理

03

原理图设计演示

04

PA版图设计和版图后处理

Part

1

PA设计概述

PA版图设计

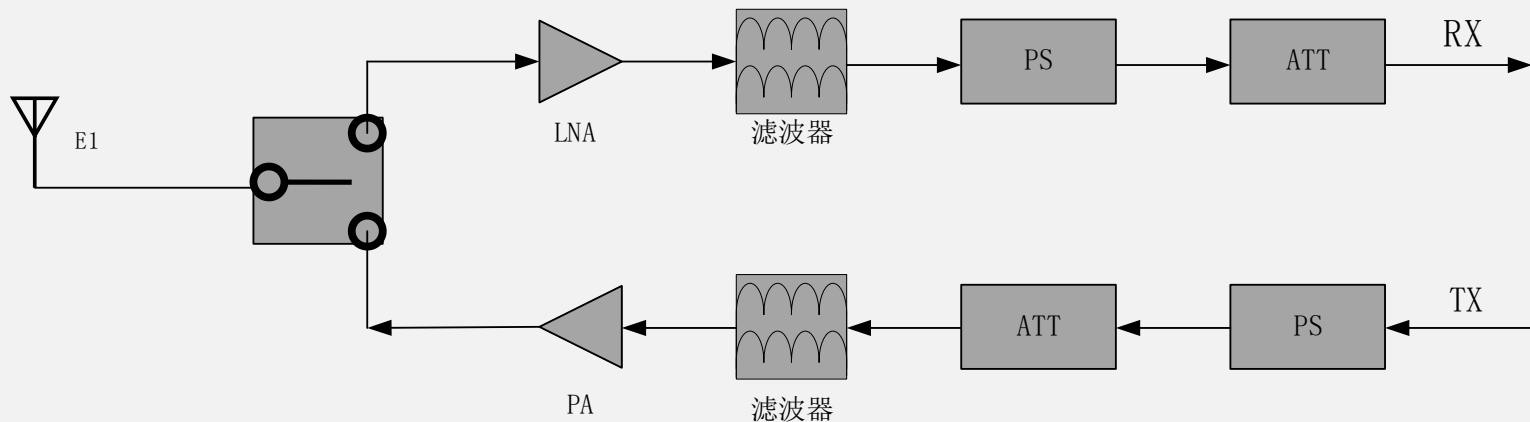
PA设计理论

PA通常称为大信号放大器，LNA称为小信号放大器；

LNA设计重点需要考虑增益和噪声系数的平衡，用于接收机；而PA的设计以增益为首要，用于发射机；

LNA设计中考虑的S参数和Y参数的本质都是小信号参数，因此S参数或Y参数通常不用于PA的设计；

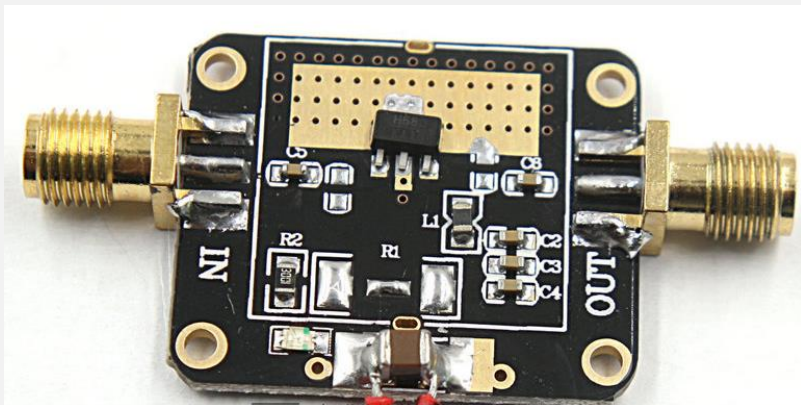
PA的设计重点为增益和效率，设计需要优先考虑输出功率。



PA版图设计

PA设计难点

- <1> 极限工作状态下，根据工作电压、PA类型和输出功率选择晶体管；
- <2> 极限工作状态下的晶体管散热问题；
- <3> 负载失配时的晶体管保护；
- <4> 极端低输入输出阻抗的匹配设计



PA版图设计

PA设计指标

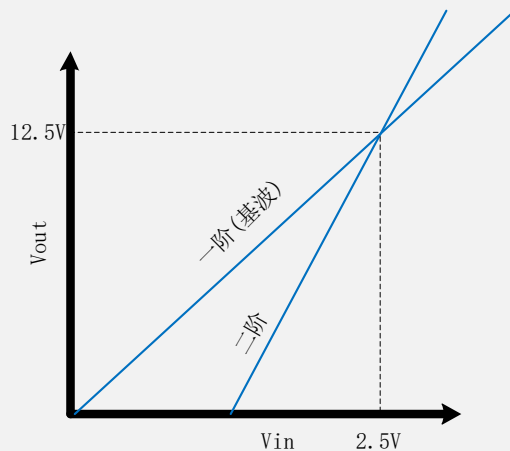
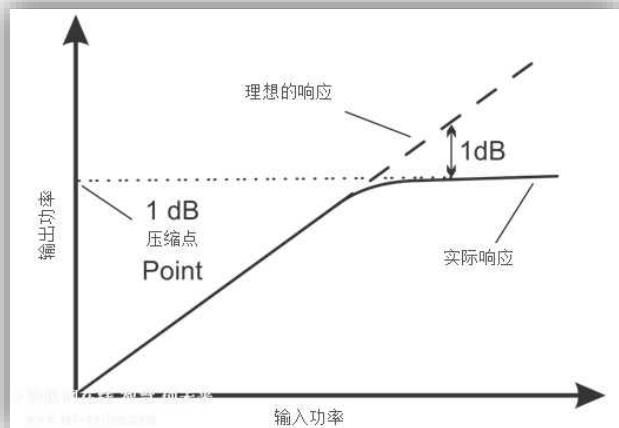
<1> 1dB功率压缩点P1dB;

<2> 输出效率;

<3> 线性度;

<4> 回波损耗;

<5> 二阶交调点;

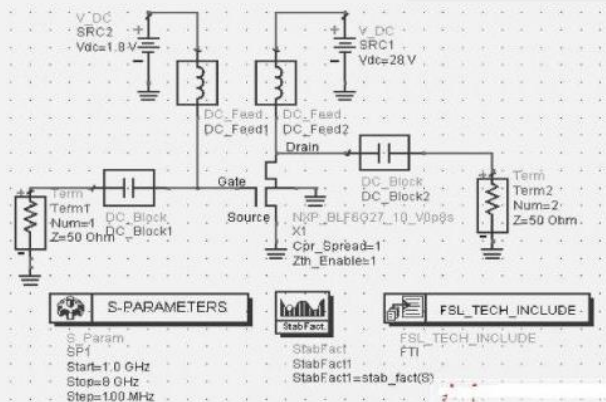


Part 2 PA设计原理

PA版图设计

PA设计步骤

- (1) 确定设计指标;
- (2) 晶体管或者场效应管选型;
- (3) 确定晶体管的静态工作点;
- (4) 稳定性分析和改善;
- (4) 偏置电路设计;
- (5) 输入输出阻抗确定和阻抗匹配;
- (6) 谐波、效率、增益、输出功率分析;
- (7) 电路仿真和优化



PA的设计难点主要基于输入输出阻抗的匹配：

(1)输入阻抗匹配原则：

最大程度的减小功率反射，因此采用共轭匹配；

(2)输出阻抗匹配原则：

由于输出功率较大，晶体管通常工作在极限状态下，因此需要综合考虑晶体管所能承受的最大电压和最大电流；

[共轭匹配虽然能满足最大功率输出，但由于晶体管所能承受电流和电压的影响，因此共轭匹配并不能获得理想的输出功率]

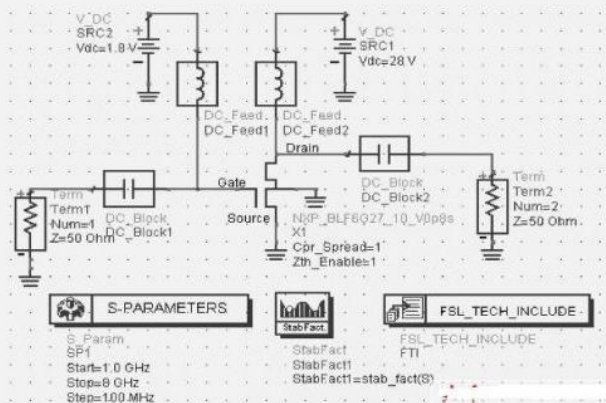
输出功率匹配要求：充分利用信号源所能提供的最大功率，优化负载，使到达输出电压和电流的限制条件，即负载线匹配。

$$R_{opt} = R_S \parallel R_L = \frac{V_{\max}}{I_{\max}}$$

R_{opt} 通过Loadpull曲线获得，即输出功率随负载阻抗的变化曲线

PA设计步骤

效率>40%



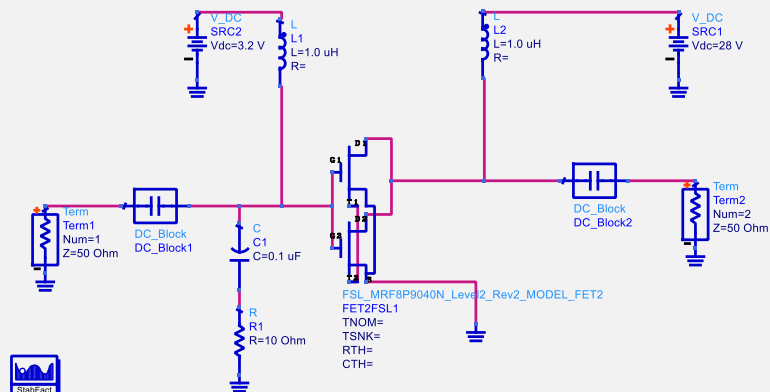
PA版图设计

PA设计步骤

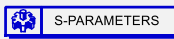
PA稳定性改善本质和方法：

降低输入端的功率，通过在输入端串联电阻或并联RC电路的方法改善，通过电阻消耗或者将部分功率信号引入大地

注意：稳定性改善的同时会引起PA效率的变差



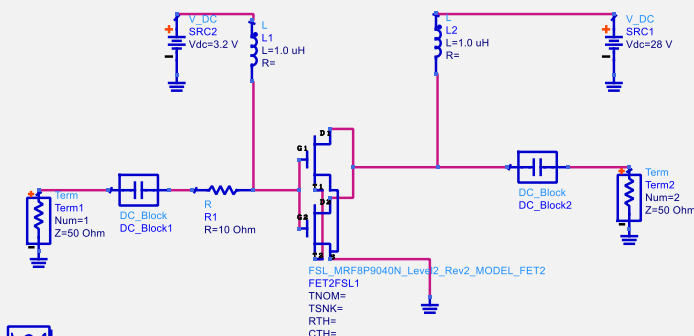
StabFact
StabFact1
StabFact1=stab_fact(S)



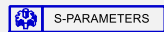
S_Param
SP1
Start=0.7 GHz
Stop=1.5 GHz
Step=0.01 GHz



FSL_MRF8P9040N_TECH_INCLUDE
FSL_MRF8P9040N_TECH_INCLUDE



StabFact
StabFact1
StabFact1=stab_fact(S)



S_Param
SP1
Start=0.7 GHz
Stop=1.5 GHz
Step=0.01 GHz



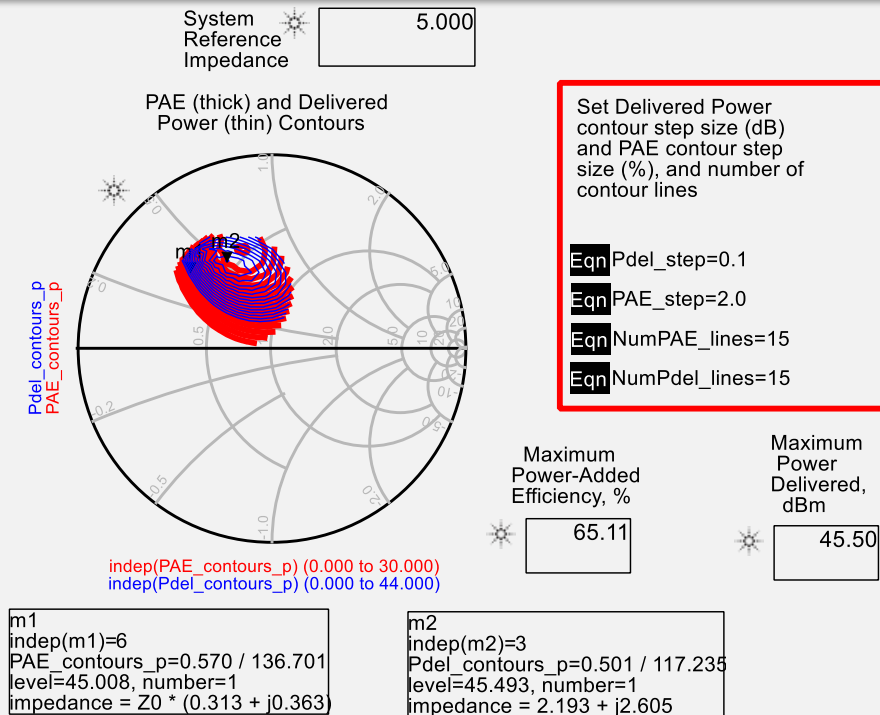
FSL_MRF8P9040N_TECH_INCLUDE
FSL_MRF8P9040N_TECH_INCLUDE

PA版图设计

PA设计步骤

PA输出阻抗选择:

在负载牵引等功率和等效率圆中, 选取等功率圆(蓝色圆)中心点作为输出阻抗值即可, 红色圆为等效率圆



Part 3 设计实例演示

PA版图设计

设计实例

基于MW6S004N设计工作于1850MHz的功率放大器，要求增益大于18dB，效率不低于50%。



THANK YOU !!