

板级射频电路开发



第十二讲 板级程控衰减器设计

主讲：汪 朋

QQ: 3180564167

01

衰减器设计理论

02

分立衰减器设计原理

03

衰减器原理图设计演示

04

衰减器版图设计

Part

1

衰减器概述

板级程控衰减器

衰减器

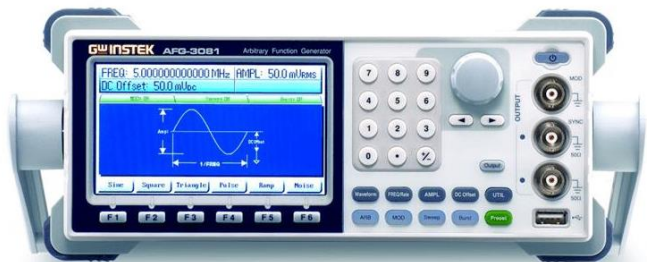
衰减器：用于降低信号电平的阻抗电路。



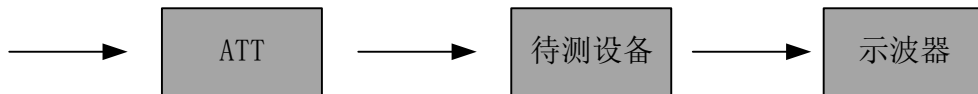
板级程控衰减器

衰减器的应用

- [1] 控制功率电平
- [2] 作为去耦元件
- [3] 作为比较功率电平的相对标准
- [4] 实现阻抗的转换
- [5] 雷达抗干扰

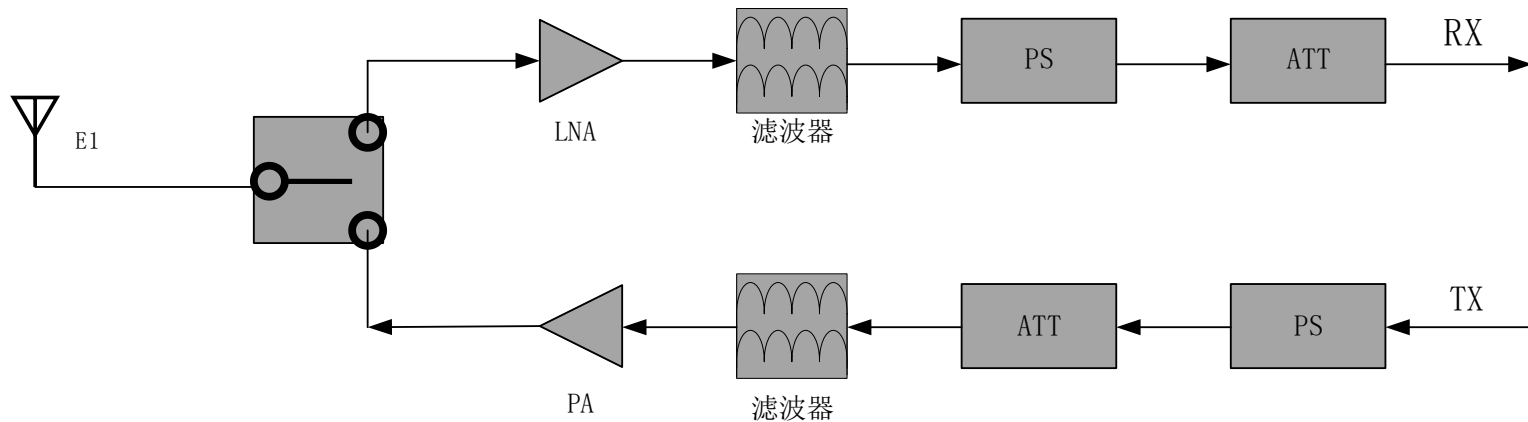
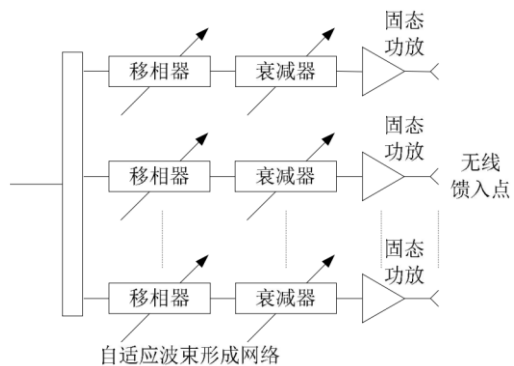


信号发生器



板级程控衰减器

衰减器的应用



板级程控衰减器

衰减器的 指标

- [1] 工作频段和工作带宽
- [2] 插入损耗
- [3] 端口回波损耗
- [4] 衰减平坦度
- [5] 衰减动态范围
- [6] 衰减步进
- [7] 衰减精度
- [8] 衰减附加相移
- [9] 功率容量

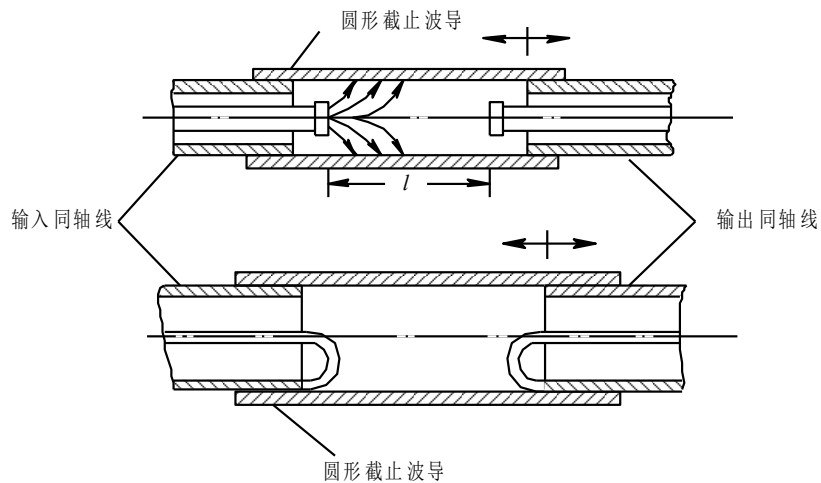
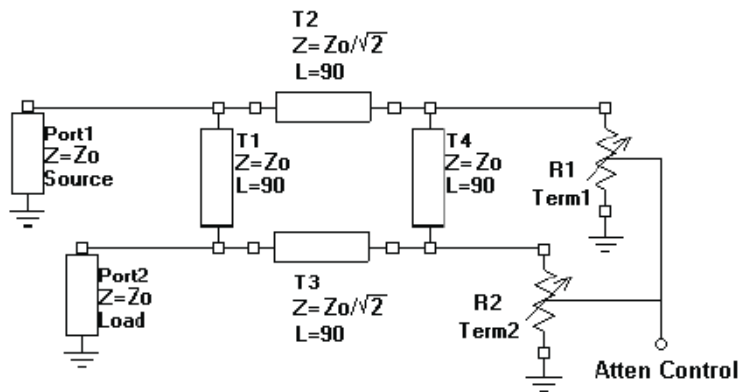


Part 2 衰减器设计原理

板级程控衰减器

衰减器的 结构类型

- [1] 反射型衰减器
- [2] 截止型衰减器
- [3] 分立式吸收型衰减器

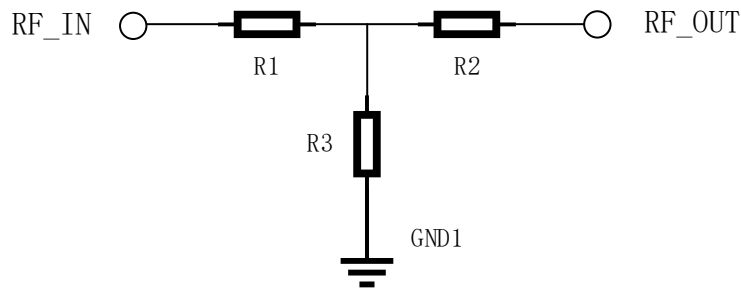


板级程控衰减器

吸收型衰
减器

T型衰减器

Π型衰减器



T型衰减器计算:

假设输入阻抗为 50Ω , 衰减量为L

$$R_3 = \frac{2\sqrt{Z_{in} \cdot Z_{out} \cdot 10^{\frac{L}{10}}}}{10^{\frac{L}{10}} - 1}$$

$$R_1 = \frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{10^{\frac{L}{10}} - 1} \cdot Z_{in} - R_3$$

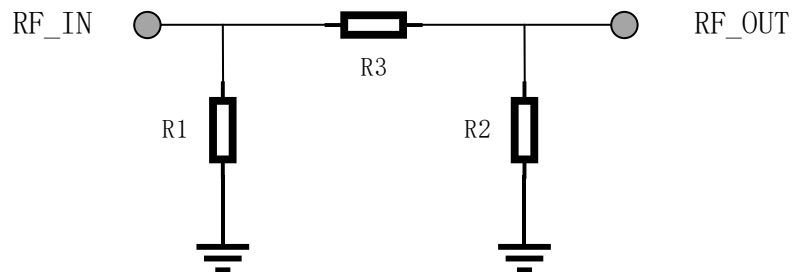
$$R_2 = \frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{10^{\frac{L}{10}} - 1} \cdot Z_{out} - R_3$$

板级程控衰减器

吸收型衰
减器

T型衰减器

II型衰减器



π 型衰减器计算:

假设输入阻抗为 50Ω ，衰减量为L

$$R_3 = \frac{1}{2} \cdot (10^{\frac{L}{10}} - 1) \cdot \sqrt{\frac{Z_{in} \cdot Z_{out}}{10^{\frac{L}{10}}}}$$

$$R_1 = \frac{1}{\frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{Z_{in} \cdot (10^{\frac{L}{10}} - 1)} - \frac{1}{R_3}}$$

$$R_2 = \frac{1}{\frac{10^{\frac{L}{10}} + 1}{Z_{out} \cdot (10^{\frac{L}{10}} - 1)} - \frac{1}{R_3}}$$

板级程控衰减器

吸收型衰
减器

T型衰减器

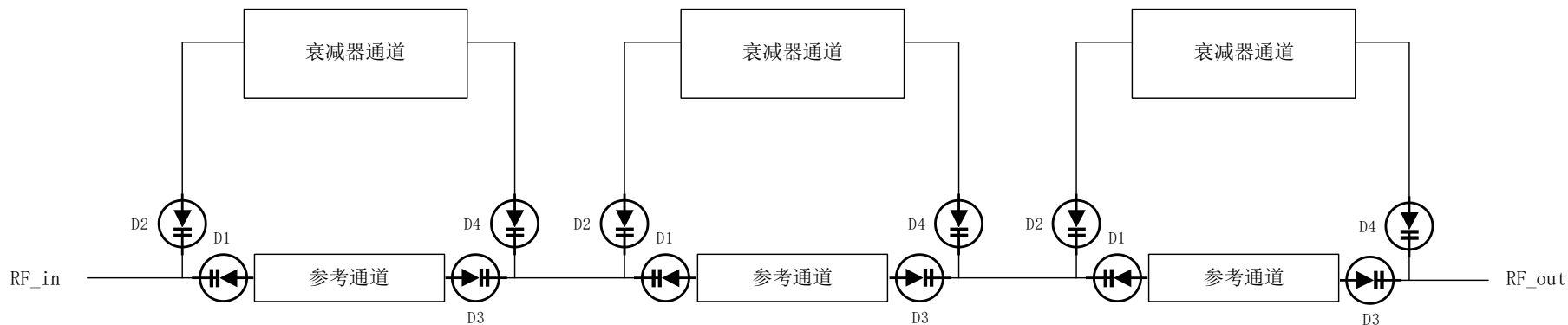
Π型衰减器

衰减量	T-型衰减器			Π-型衰减器		
(dB)	R1	R2	R3	R1	R2	R3
2	5. 73	5. 73	215. 24	436. 21	436. 21	11. 61
4	11. 31	11. 31	104. 83	220. 97	220. 97	23. 85
6	16. 61	16. 61	66. 93	150. 48	150. 48	37. 35
8	21. 53	21. 53	47. 35	116. 14	116. 14	52. 84
10	25. 97	25. 97	35. 14	96. 25	96. 25	71. 15
12	29. 92	29. 92	26. 81	83. 54	83. 54	93. 25

板级程控衰减器

多元衰减器

多元衰减器设计思想



Part

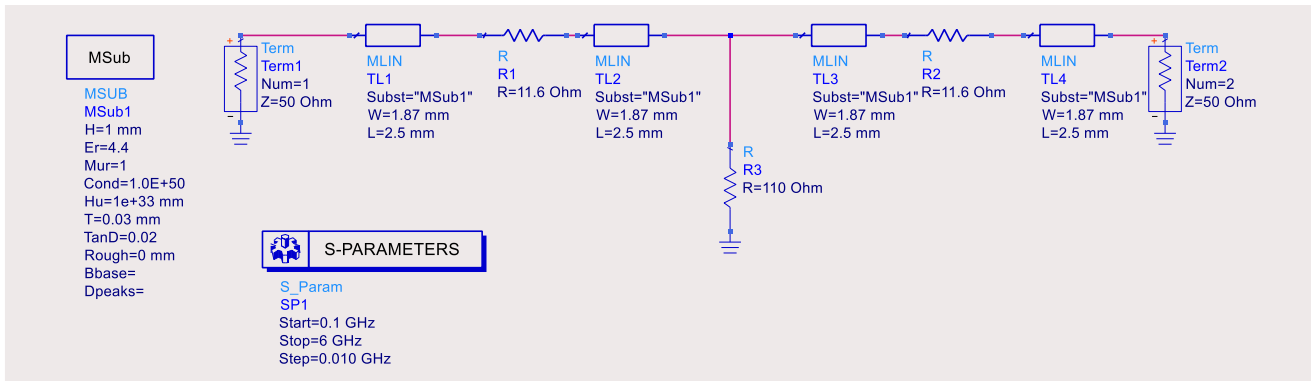
3

基于ADS衰减器设计演示

板级程控衰减器

实例演示

设计工作于0.1-3GHz的可控制衰减器，要求可以实现2-30dB功率衰减，端口驻波比 $VSWR < 2.0$ ，衰减精度 $< 1\text{dB}$ ，平坦度为 0.5dB 。



Part 4 衰减器版图设计



THANK YOU !!