

板级射频电路开发



第七讲 巴特勒矩阵设计

主讲：汪 朋

QQ: 3180564167



目录页

01

巴特勒矩阵

02

支节线耦合器

03

跨线桥

04

巴特勒矩阵设计演示

Part

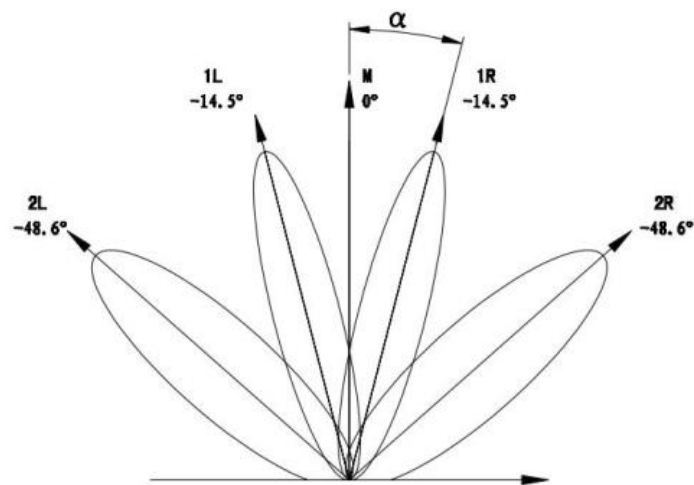
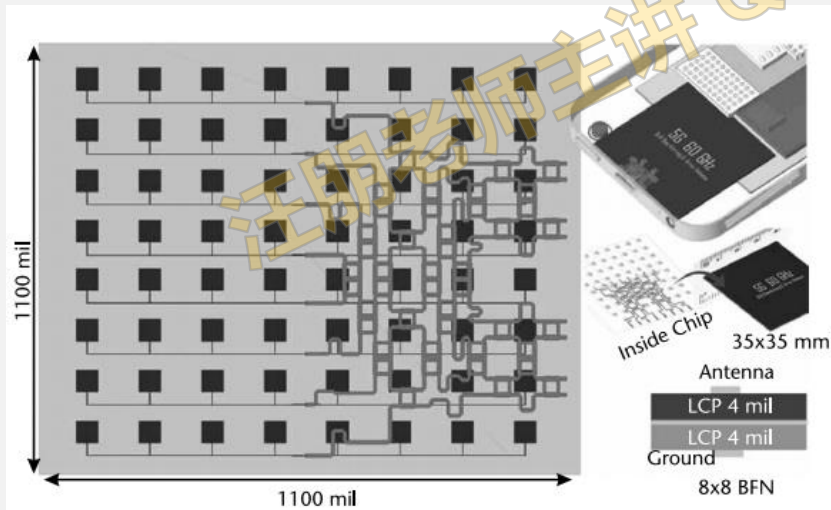
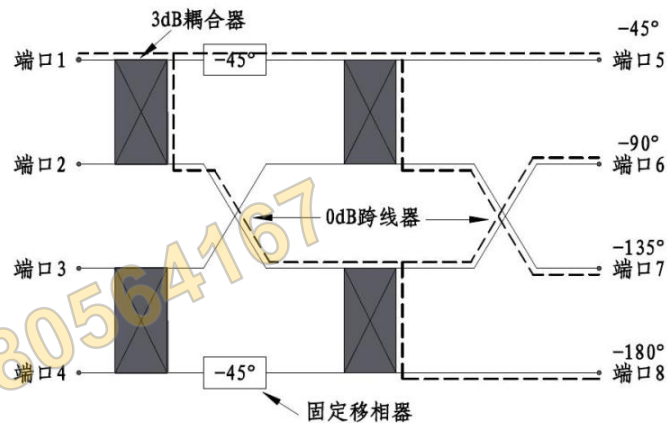
1

巴特勒矩阵

巴特勒矩阵

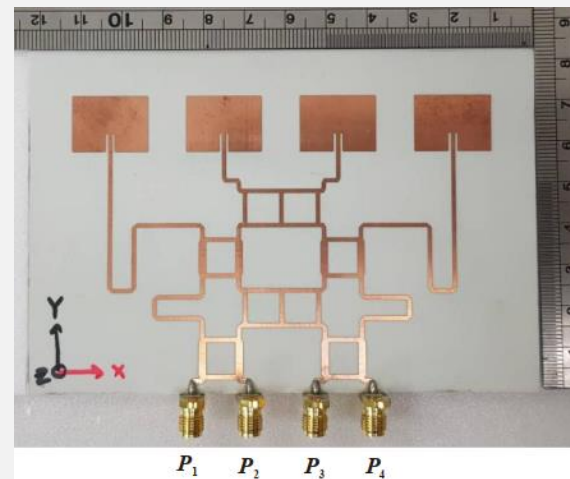
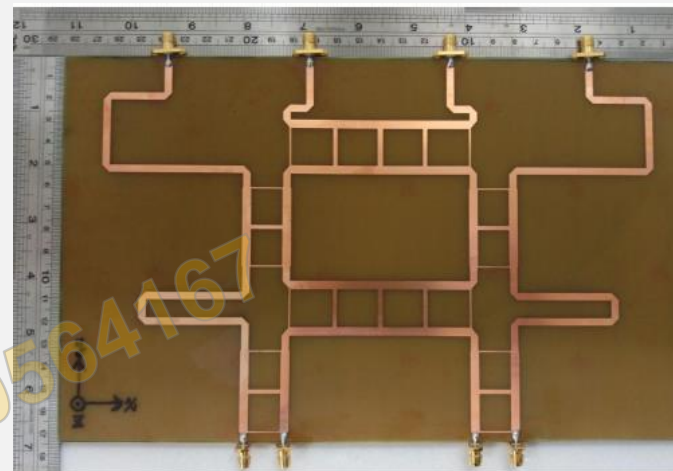
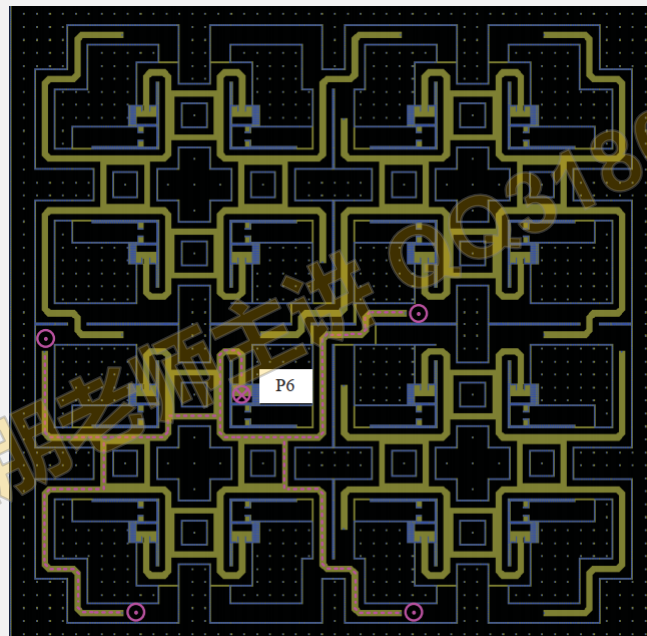
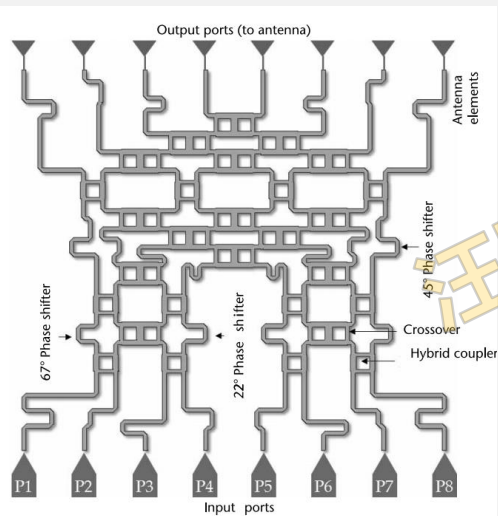
桥式耦合器

巴特勒矩阵是多波束天线中的重要元件，主要有 3dB 正交耦合器，跨线桥和固定移相器三部分组成。巴特勒矩阵是一个有 N 个输入端和 N 个输出端的馈电网络，用以给均匀分布的线阵馈电，对应每一个输入端产生一个波束。每个输入在输出端产生均匀的幅度分布，各输出端口间有相同的相位差



巴特勒矩阵

巴特勒矩阵



Part

2

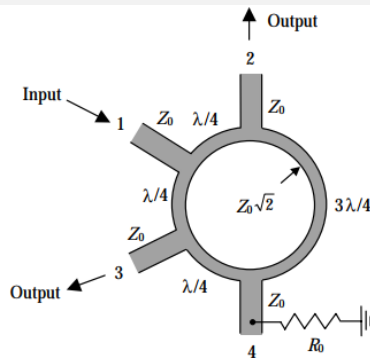
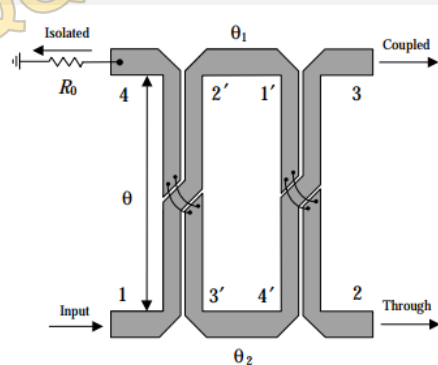
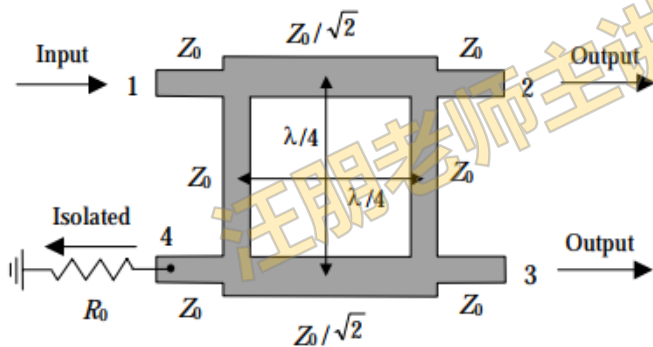
支节耦合器

江朋老师主讲 QQ3180564167

巴特勒矩阵

定向耦合器

定向耦合器是一种具有定向传输特性的四端口微波元器件，它是由输入端口，隔离端口，直通端口，耦合端口和耦合装置五部分构成。



巴特勒矩阵

定向耦合器

定向耦合器设计指标:

[1] 耦合度

$C=10\lg(P1/P3)$, C越大, 耦合度越强, 耦合输出端的功率越大;

[2] 定向度

$D=10\lg(P3/P4)$;

[3] 隔离度

$I=10\lg(P1/P4)$;

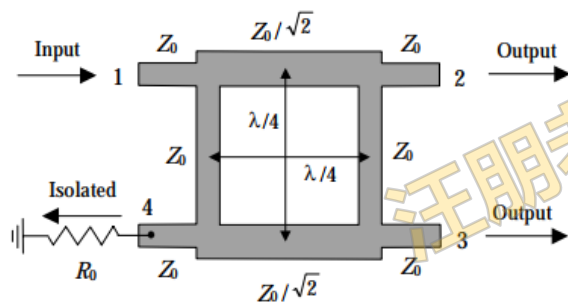
[4] 端口电压驻波比



巴特勒矩阵

3dB支节耦合器

双支节耦合器是在两根平行传输线之间增加分支线实现能量的耦合，分支线的长度和间距为中心波长的四分之一，各个分支阻抗关系如下图，双支节耦合器的直通端port2和耦合端port3输出的信号为等幅度输出，且两输出端口间的相位差为 90° ，被称为3dB正交定向耦合器。

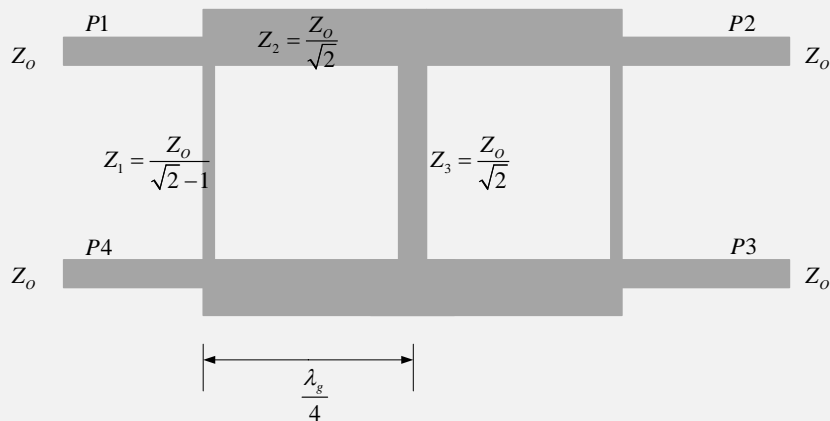
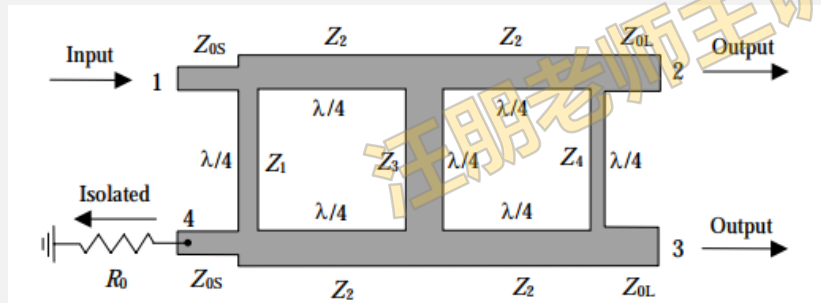


输入信号 相位	输入端口	输出端口相位			
		Port1	Port2	Port3	Port4
θ	Port1	-	$\theta-90^\circ$	θ	隔离
	Port2	$\theta-90^\circ$	-	隔离	θ
	Port3	θ	隔离	-	$\theta-90^\circ$
	Port4	隔离	θ	$\theta-90^\circ$	-

巴特勒矩阵

宽带型支节耦合器

传统的 3dB 双支节定向耦合器由于每根微带线的电长度在中心工作频点处均为 90° ，因此该耦合器的相对工作带宽会限制在 10%~20%，宽带型支节定向耦合器的设计原理和宽带型功分器类似，可以通过级联方式进行设计。



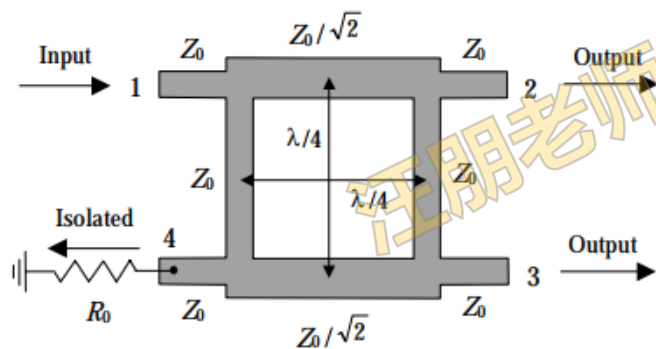
巴特勒矩阵

定向耦合器

设计工作于2GHz的单支节线耦合器，端口阻抗为50欧姆

设计：

$$Z_0/2^{0.5}=35.5$$



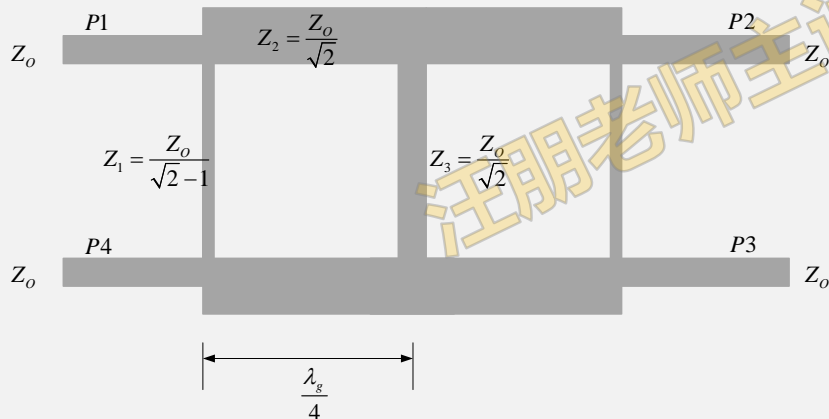
巴特勒矩阵

宽带型支节耦合器

设计工作于2GHz的双支节线耦合器，端口阻抗为50欧姆，带宽不低于1GHz

设计：

$$Z_1 = 50 / 0.414 = 121, Z_3 = 35.4, Z_2 = 35.4$$



S-PARAMETERS

S_Param
SP1
Start=0.5 GHz
Stop=4 GHz
Step=0.010 GHz

Part

3

巴特勒矩阵跨线桥

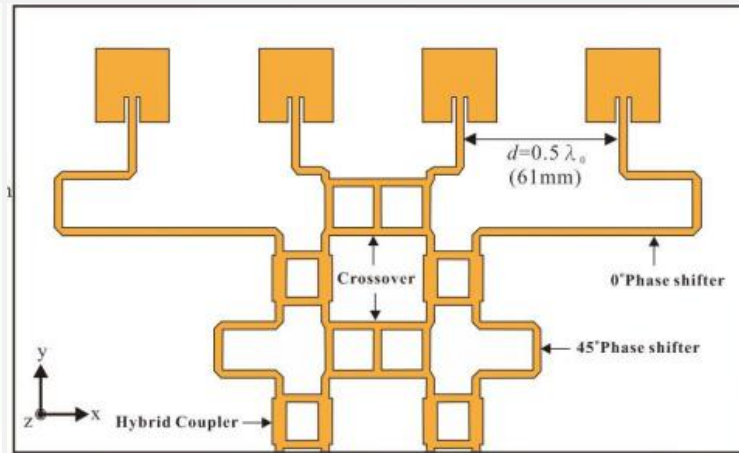
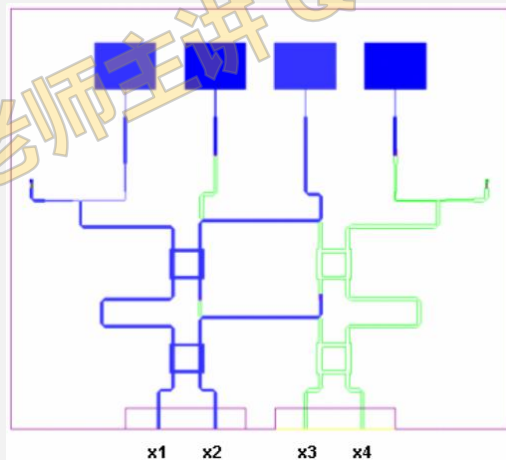
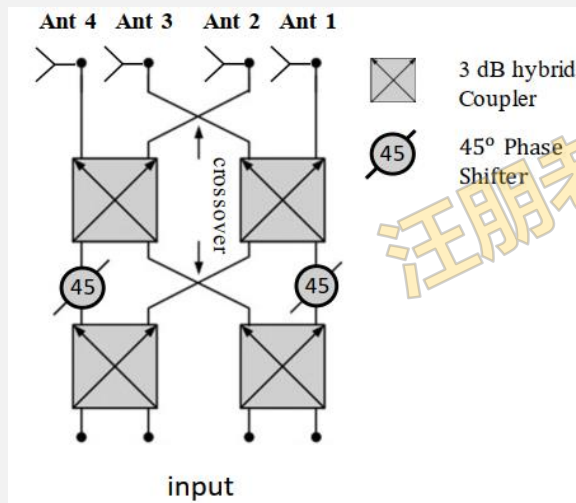
江朋老师主讲 13180564167

巴特勒矩阵

跨线桥

巴特勒矩阵跨线桥是可以实现能量对角传输同时相邻端口相互隔离的器件，主要设计方式

- [1] 通过pcb上下层带线交叉实现跨接
- [2] 通过级联两个3dB耦合器来实现



巴特勒矩阵

跨线桥

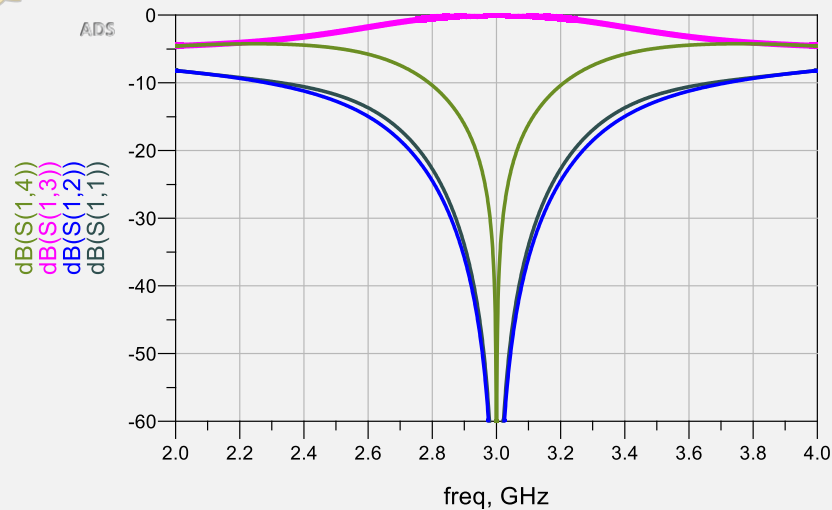
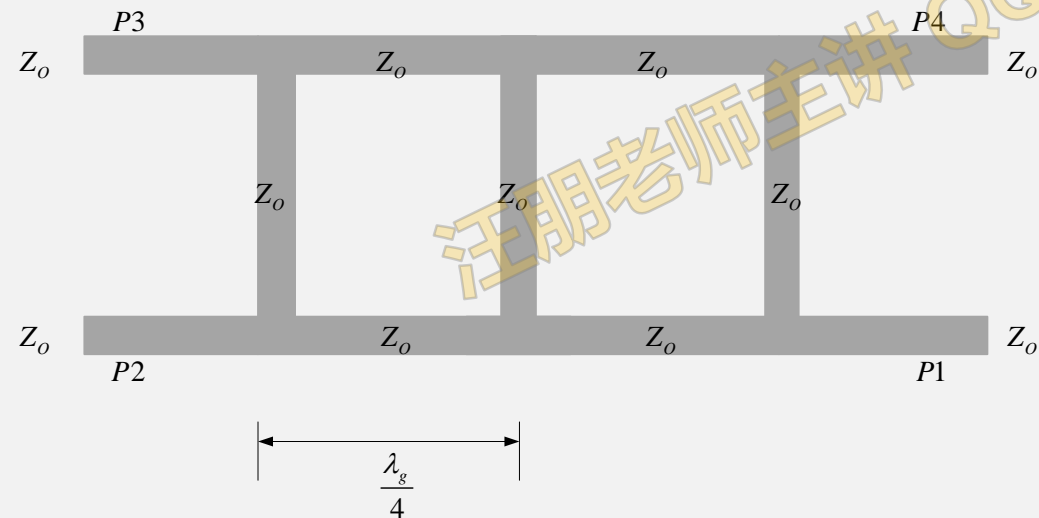
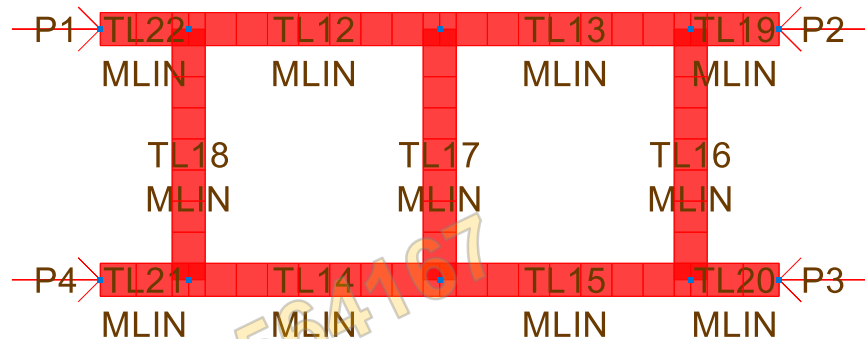
支节定向耦合器级联型跨线桥

[2] 双支节级联型<窄带>;

[4] 四支节级联型<宽带>

跨线桥和定向耦合器的区别:

跨线桥只能对角输出, 相邻端口无输出; 其理想插损为0, 而耦合器的理想插损为-3dB



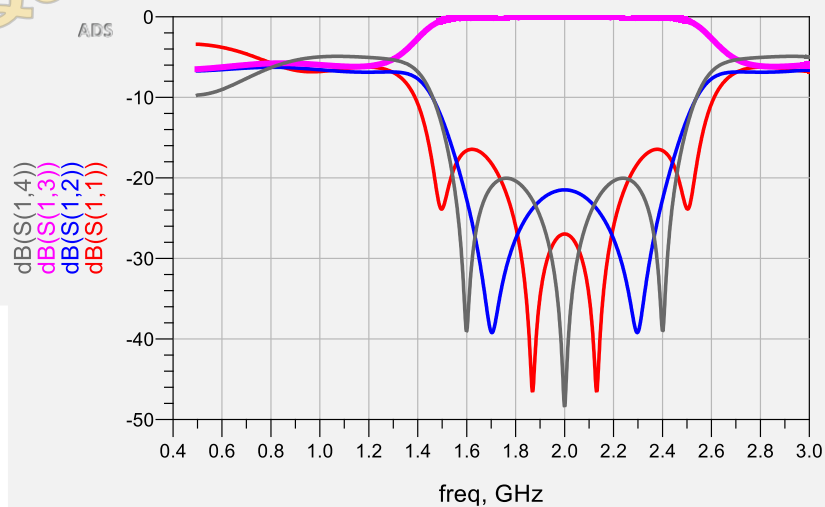
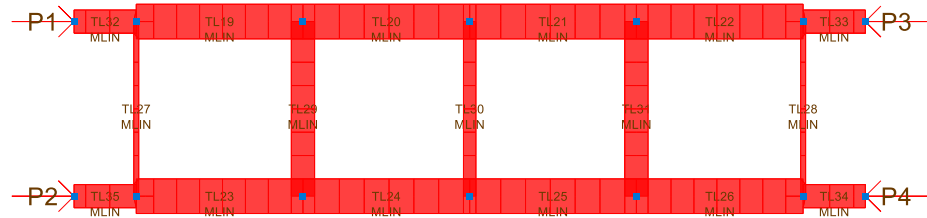
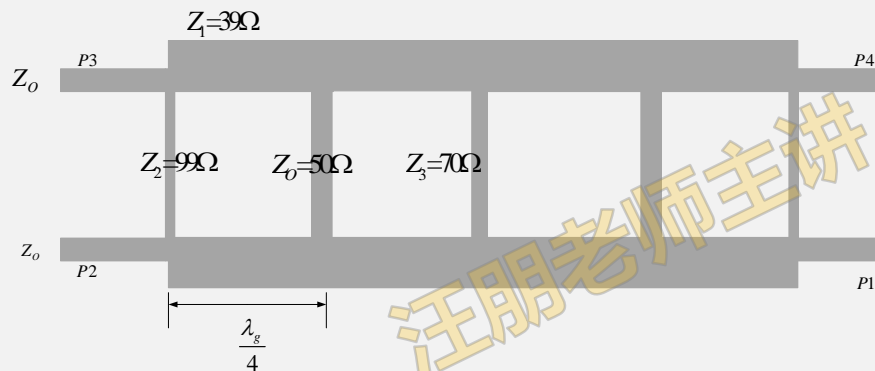
巴特勒矩阵

跨线桥

支节定向耦合器级联型跨线桥

[2] 双支节级联型<窄带>;

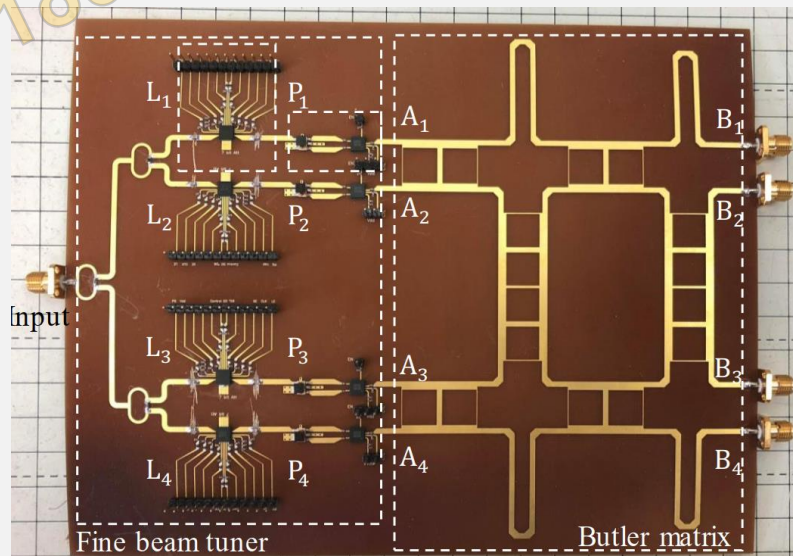
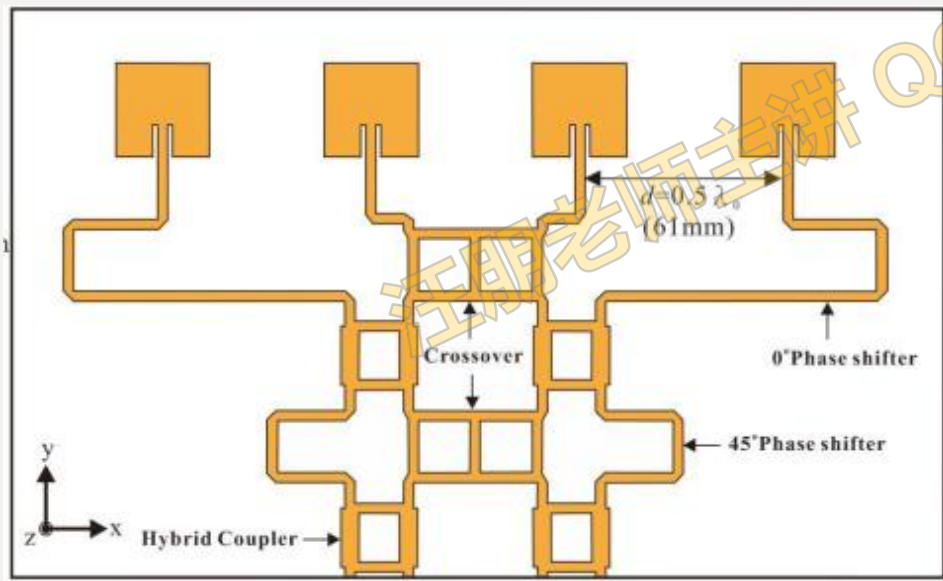
[4] 四支节级联型<宽带>



巴特勒矩阵

跨线桥

支节定向耦合器级联型跨线桥



Part

4

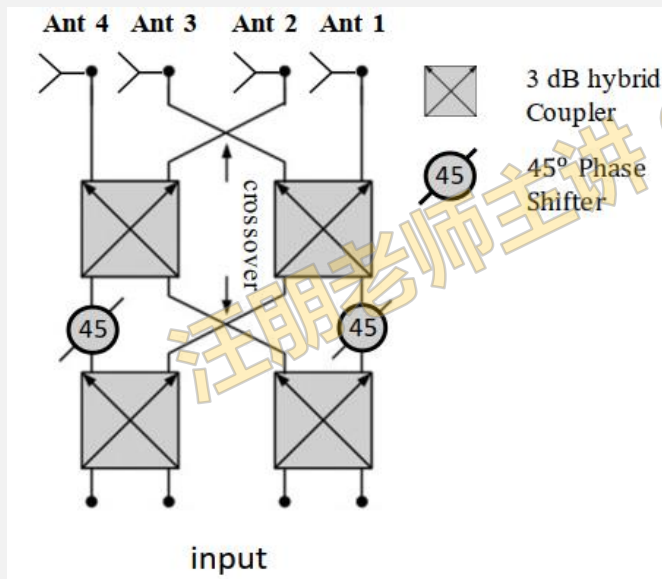
巴特勒矩阵设计实例

巴特勒矩阵

实例

设计工作于5GHz的4X4巴特勒矩阵，要求可以实现如下相位差要求：

	P5	P6	P7	P8	相位差
P1	45	90	135	180	45°
P2					135°
P3					-135°
P4					-45°





THANK YOU !!