

巴伦的设计

(胡小兰 翻译, 在此表示感谢!)

在混频器的设计中, 推挽式放大器(push-pull amplifier), 巴伦被用于对称(平衡)到不对称(不平衡)电路的连接。

巴伦的设计中有一个精确的 180 度相移, 拥有最小损耗和等同的平衡阻抗。在功率放大器中, 对称性的损失会减小效率, 对称端口应与地绝缘, 以减小寄生振荡。

基本的巴伦构造或设计包含两条 90 度定向线, 通过使用 $\lambda / 4$ 和 $\lambda / 2$ 提供需要的 180 度分离。

绕线形变压器比下述的印刷或集总元件(lumped element)巴伦更贵。在实际混频器设计中, 后者应用更广泛。请注意这些集总元件和印刷巴伦大多不提供中心抽头的底线给偶模式信号(even mode signal), 在混频器的设计中应考虑到该因素。

(1) L-C 巴伦

该设计本质上是一个桥梁, 被誉为“点阵类型”巴伦。它包含两个电容两个电感, 能够提供 $\pm 90^\circ$ 相移。巴伦的电路图如下图所示

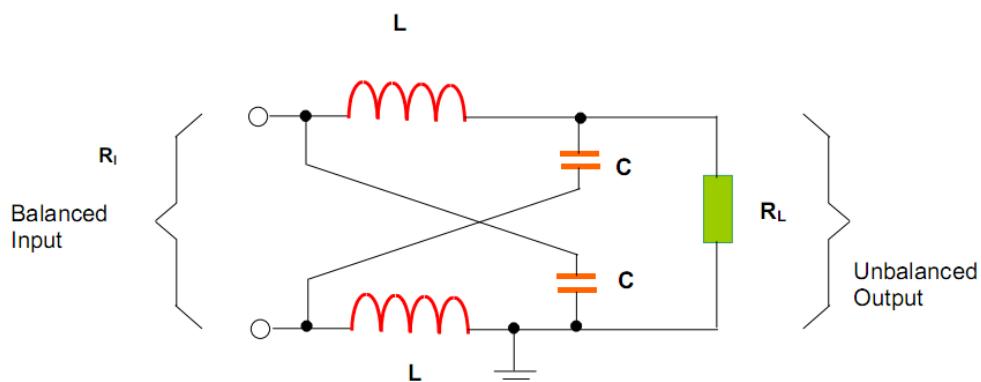


图 1 L-C 集总巴伦原理图

操作频率:

$$\omega = 2\pi f \quad \text{and} \quad Z_C = \sqrt{R_I \cdot R_L}$$

$$L = \frac{Z_C}{\omega} \quad ; \quad C = \frac{1}{\omega \cdot Z_C}$$

设计该电路时, 请确保操作频率低于组件的自谐振频率, 并将压焊块电容考虑在内。

该电路的主要应用之一为推挽式放大器的输出, 它能按照我们的需要将平衡信号转化为单一的非平衡输出。通常, 绕制螺纹型的巴伦的使用如下图:

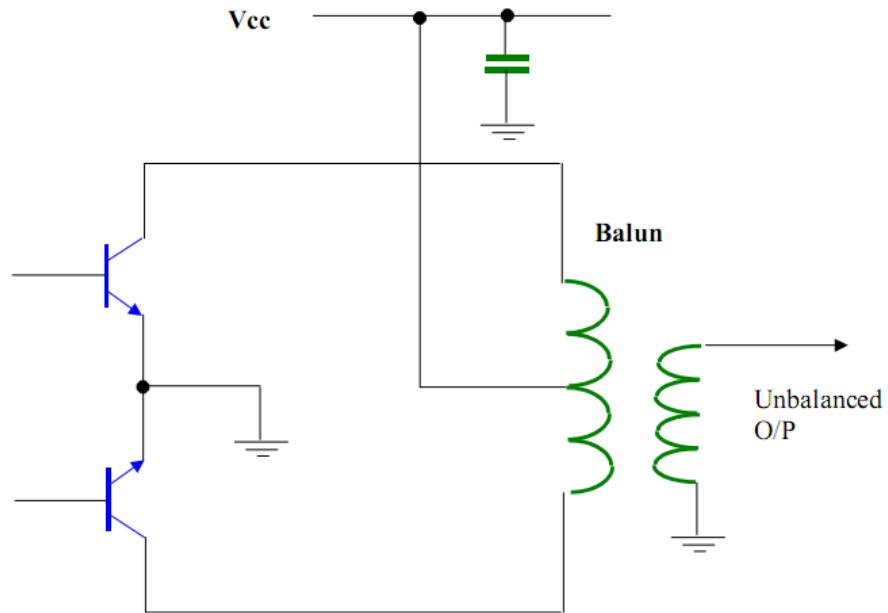


图 2 在推挽式放大器中使用绕线巴伦提供平衡到不平衡的转换

然而，采用前述的集总巴伦，实现绕制变压器类型巴伦，特别是在在芯片级实现，会非常方便。如图 3 所示。

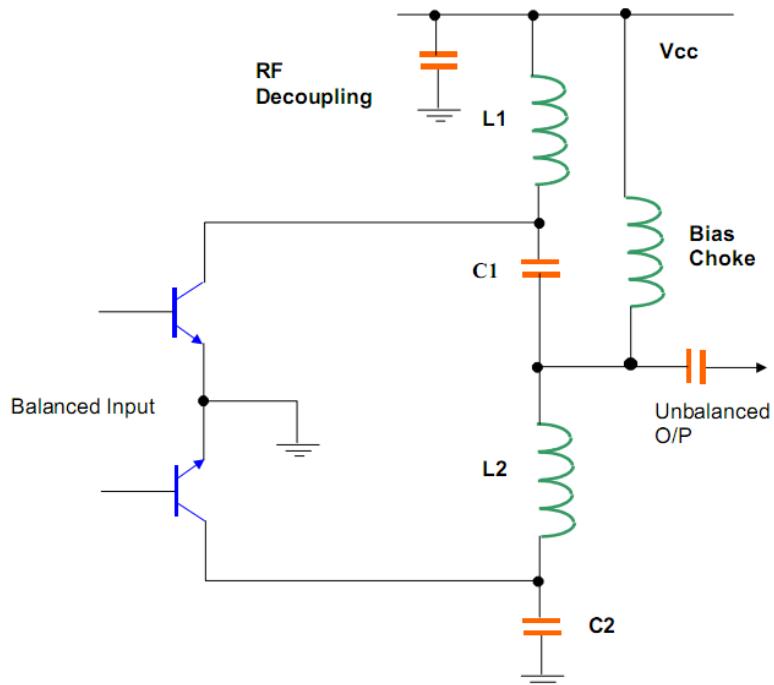


图 3 使用集总巴伦代替绕制变压器可实现平衡到不平衡的转换

(2) 传输线

该巴伦可使用图 4 中的 $\lambda / 4$ 长度线或同轴电缆来实现。

(a) 1:1 同轴巴伦

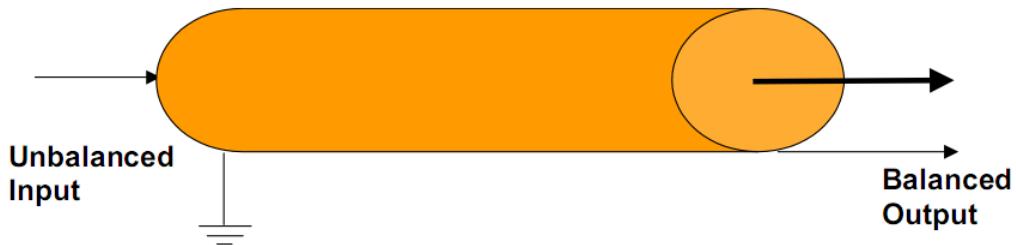


图 4 同轴巴伦，采用四分之一长度同轴电缆实现，1: 1 阻抗转换
如果要求阻抗转换为 1: 4，可使用图 5 中所述的同轴巴伦。

(b) 1: 4 同轴巴伦

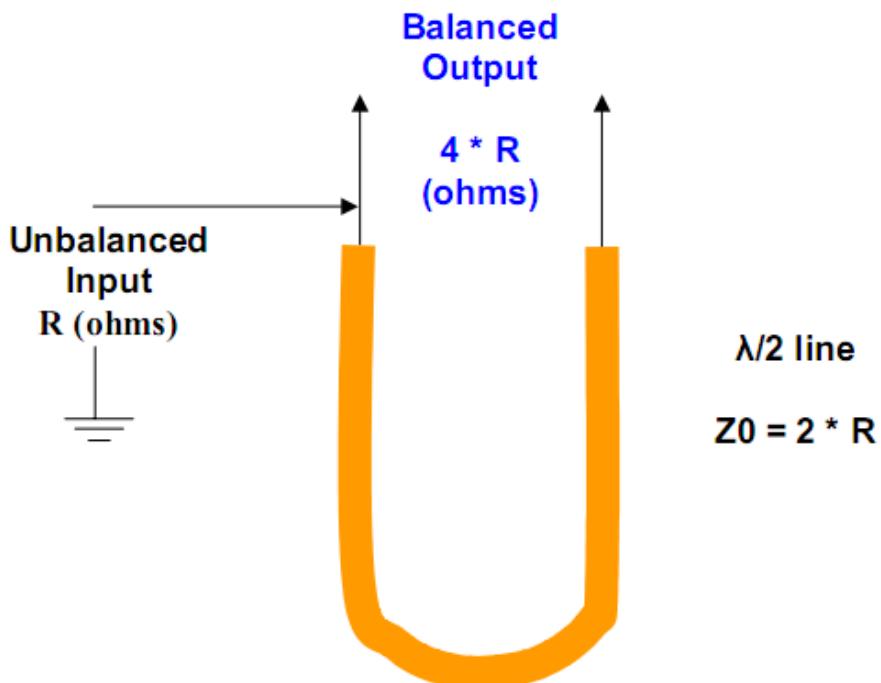


图 5 同轴巴伦，采用四分之一长度同轴电缆实现，1: 4 阻抗转换

(3) 微波传输带

已存在一系列的印刷/微波传输带巴伦拓扑结构，基于 PCB 或 MIC 基板，具有价格便宜的优势。他们的下方可以做得很大，尤其是在更低的射频频段。环形电波适配器常用于带宽高至 10-20% 的微波频率。



图 6 简单耦合线巴伦

最简单的印刷巴伦是耦合线巴伦，也称平行线巴伦，如图 6 所示。该结构为处在中心频率的十分之一波长。它能够容纳超过一倍频程（octave）的带宽，前提是线间的耦合足够的

高。在实际生活中常应用于单边缘耦合巴伦，如图 7 所示。



图 7 使用多耦合线的耦合线巴伦

一个更实用的方法是采用图 7 中所述的多耦合线，或者如果存在多层基板处理，可采用图 8 中宽边（broadside）耦合拓扑。

该宽边耦合结构通常被称为平行板巴伦。

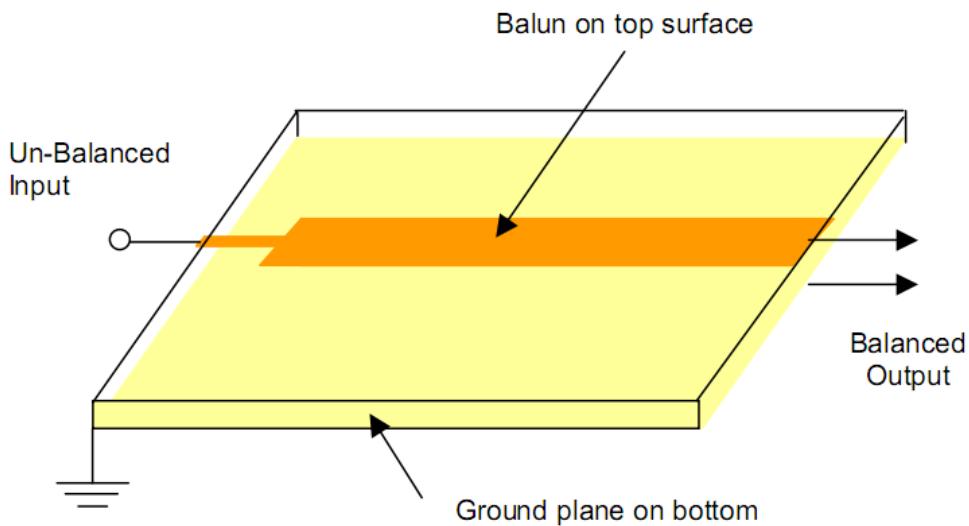


图 8 采用宽边耦合结构的耦合线巴伦

“Marchand 巴伦”的印刷版是对平行线巴伦的一种提高。它衍生自同轴巴伦，由 Nathan Marchand 1944 年定义。它的简单形式如图 9 所示。

与平行线巴伦相比，它对低偶模阻抗（低耦合率）具有更大的容差，带宽更宽。

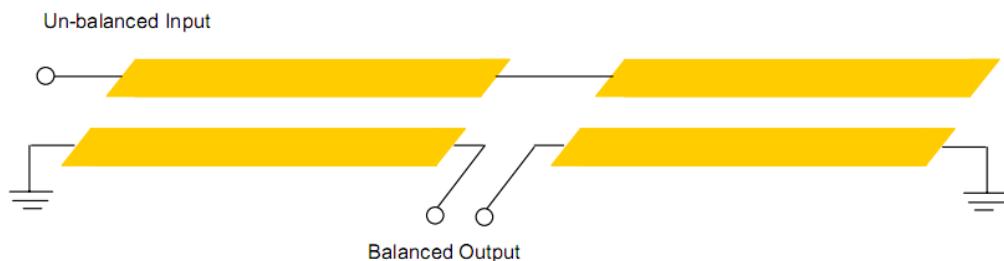


图 9 印刷 Marchand 巴伦

对平行线巴伦而言，如果使用多个平板区，或宽边耦合拓扑结构，可获得更好的性能。在较低射频频段使用印刷巴伦的一个缺陷就是他们的体积。对平行线巴伦和 Marchand 巴伦而言，使用宽边，而不是边缘能够或得更密的耦合和更高的特性。

最后我们可以采用微波传输带技术实现 LC 巴伦型巴伦。在这里我们采用微波传输带来等价电容和电感器，如图 10 所示。

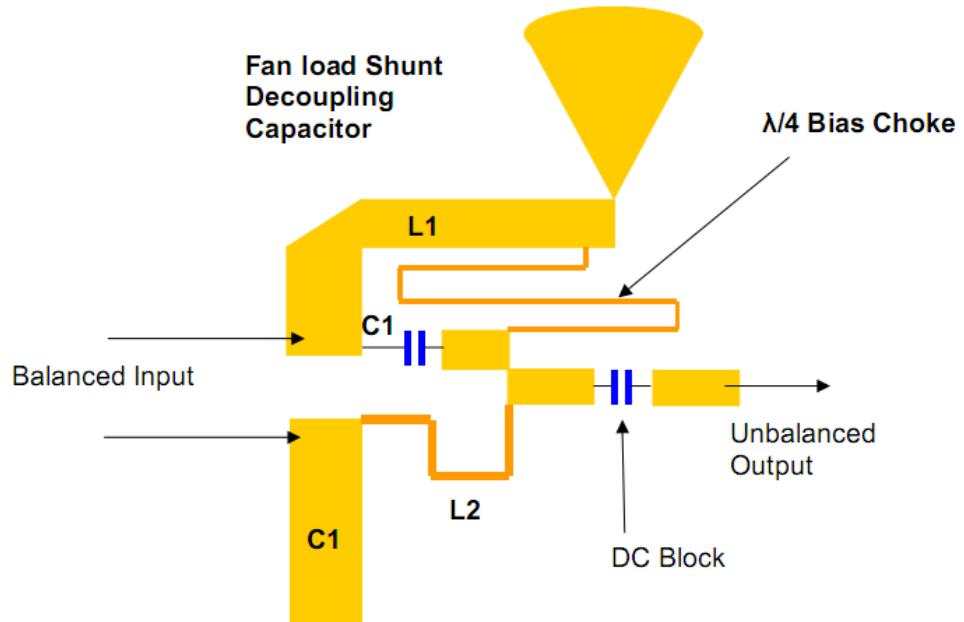


图 10 LC 巴伦型巴伦，使用微波传输带技术，实现电感和电容

接地旁路电容，是通过低电阻开环电路棒（stub）来实现的，而电感是通过高阻抗线来实现。风扇特性负载充当着接地旁路电容的作用，在射频频段提供射频网络退耦的功能。