180^o RF Hybrid

by Michael Ellis

More Tutorials

The 180^o hybrid functions as a splitter/combiner for both 0^o and 180^o signals. You may download an analysis program that performs all the calculations described in this article. The 180^o hybrid is usually represented as in figure 1 with the angles labeled along the sides. A signal into port 1 appears in-phase, 3 dB attenuated, at port 2 and port 4. No signal appears at port 3 therefore port 3 is said to be isolated relative to port 1.

A signal into port 2 appears in-phase at both ports 1 and 3, and isolated at port 4. Similarlly, a signal into port 3 appears in-phase at port 2 and 180^o out-of-phase at port 4.

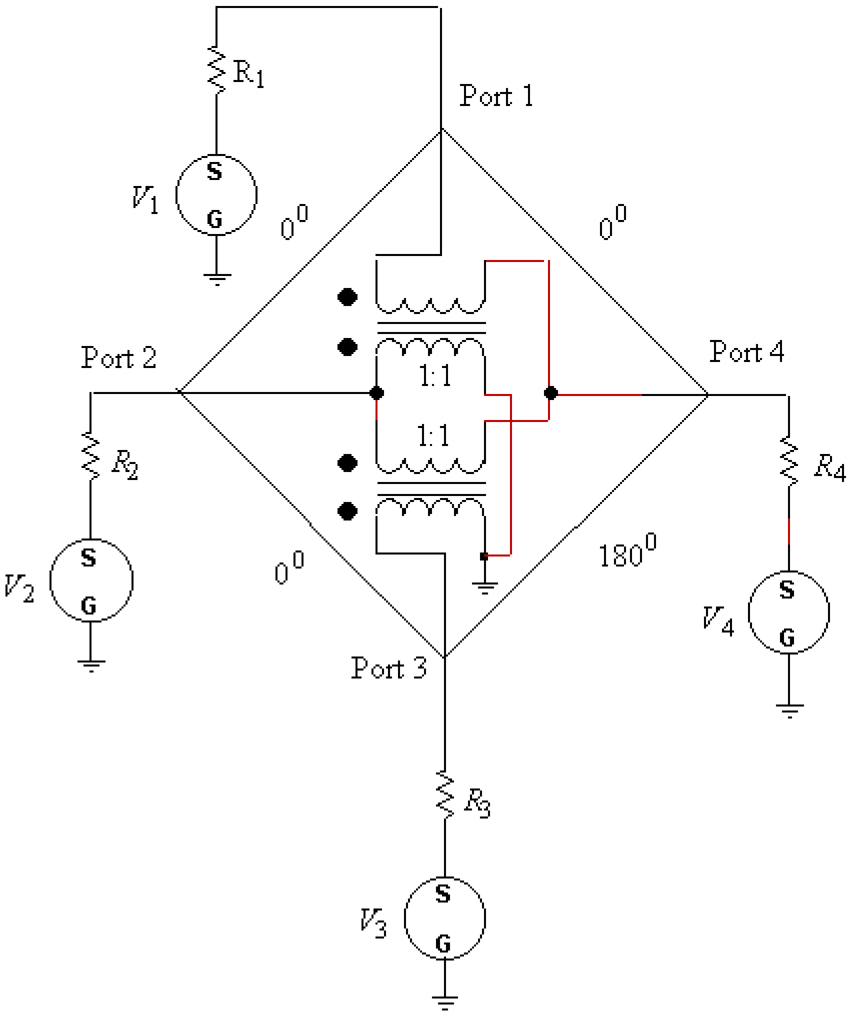


Figure 1. 180^o hybrid

The 180^o hybrid can be analyzed using the following steps.

1. If the current through R_1 is defined as I_1, then the voltage on the top of R_1 is V_1-I_1R_1.

2. The current through the secondary of T_1 has to be the same as the primary current, I_1.

3. The current through R_4 is defined as I_2.

4. The voltage on the top of R_4 can be written in terms of I_2 and is V_4-R_4I_2.

5. The voltage across the secondary of T_1 is the same as the difference in voltage across the primary. The voltage is V_1-I_1R_1-V_4+R_4I_2.

6. The current through the secondary of T_2 has to be I_1+I_2.

7. The voltage on the top of R_3 can be written as the difference in voltage across the secondary of T_2 and is V_1-I_1R_1-V_4+R_4I_2-V_4+R_4I_2.

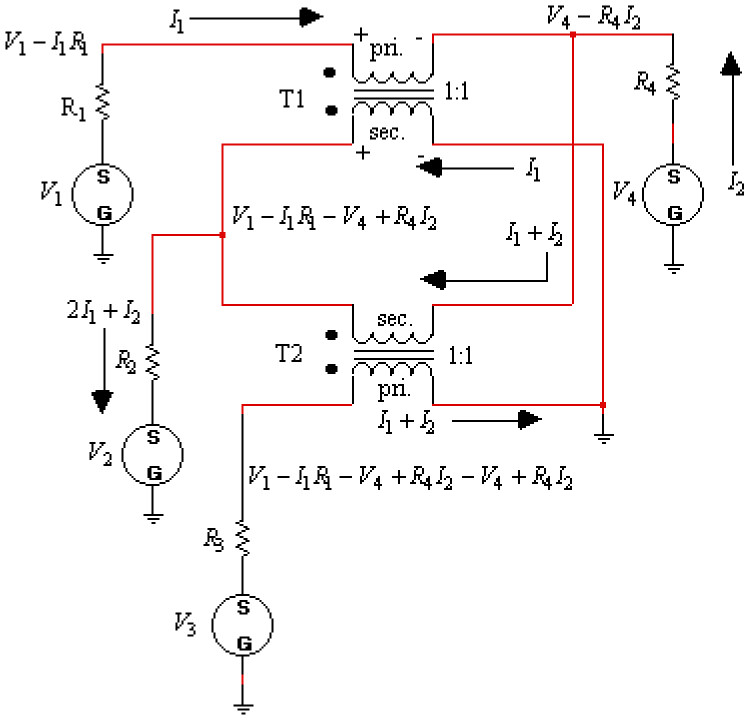


Figure 2. 180^o hybrid analysis

From figure 2, the current through R_2 (which is $2I_1$+I_2) can also be written in terms of the difference in the voltage across R_2, or

$$2I_1 + I_2 = \frac{V_1 - I_1R_1 - V_4 - R_4I_2 - V_2}{R_2} \tag{1}$$

Also the current through R_3 (which is I_1+I_2) can be written in terms of the difference in voltage across R_3, divided by R_3, or

$$I_1 + I_2 = \frac{V_3 - V_1 + I_1R_1 + V_4 - R_4I_2 + V_4 - R_4I_2}{R_3} \tag{2}$$

Rearranging equations (1) and (2) for solution of I_1 and I_2 yields

$$I_1(R_1 + 2R_2) + I_2(R_2 - R_4) = V_1 - V_4 - V_2 \tag{3}$$

and

$$I_1(R_3 - R_1) + I_2(R_3 + 2R_4) = V_3 - V_1 + 2V_4 \tag{4}$$

For analysis, only one of the voltages V_1, V_2, V_3, or V_4, will be non-zero at any given time. To calculate the impedance into port 1, let $V_1 = 1$ and $V_2=V_3=V_4=0$. The port 1 input impedance becomes

$$Z_1 = \frac{V_1 - I_1R_1}{I_1} \tag{5}$$

The other input impedances are

$$Z_2 = \frac{V_1 - I_1R_1 - V_4 - R_4I_2}{-(2I_1 + I_2)} \tag{6}$$

$$Z_3 = \frac{V_1 - I_1R_1 - V_4 + R_4I_2 - V_4 + R_4I_2}{I_1 + I_2} \tag{7}$$

and

$$Z_4 = \frac{V_4 - I_2R_4}{I_2} \tag{8}$$

If R_1, R_2, R_3, and R_4 are set to 75 ohms, then $Z_1 = Z_3 = 150$ ohms and $Z_2 = Z_4 = 37.5$ ohms.

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表：http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html

射频工程师养成培训课程套装

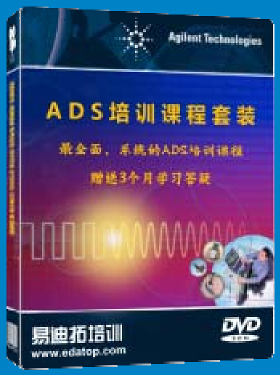
该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材；旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习，能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求…

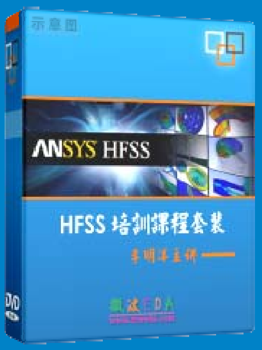
课程网址：http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html

ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程，共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解，并多结合设计实例，由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS，迅速提升个人技术能力，把 ADS 真正应用到实际研发工作中去，成为 ADS 设计专家...

课程网址： http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html





HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的HFSS培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习HFSS的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址：http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html

CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出，是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装，所有课程都由经验丰富的专家授课，视频教学，可以帮助您从零开始，全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装，还可超值赠送 3 个月免费学习答疑…

课程网址：http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html

HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线，让天线设计不再难…

课程网址：http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html

13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程，培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合，全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作，同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习，可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…

详情浏览：http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html

我们的课程优势：

※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验，

※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求

※ 经验丰富的一线资深工程师讲授，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们：

※ 易迪拓培训官网：http://www.edatop.com

※ 微波 EDA 网：http://www.mweda.com

※ 官方淘宝店：http://shop36920890.taobao.com