

使用CST设计13.56MHz线圈天线实例

中文视频教程

■ 易迪拓培训 (www.edatop.com)、微波EDA网 (www.mweda.com) 联合出品

第二讲：13.56MHz线圈天线知识回顾

主讲：李明洋

概 述

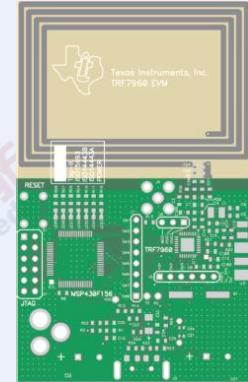
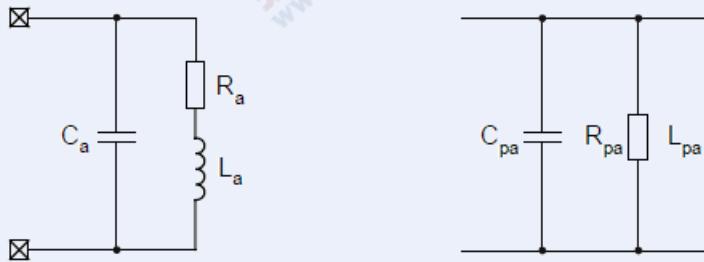
简单回顾前面《13.56MHz NFC/RFID天线及其匹配电路设计详解》课程中讲述的有关13.56MHz NFC、RFID线圈天线设计的一些基础知识

❖ 内容包括：

- 线圈天线的等效电路
- 线圈天线的Q值和天线带宽
- 匹配电路设计

线圈天线的等效电路

- ◆ 13.56MHz NFC/RFID天线工作距离短，通过近场电磁耦合来传输电磁信号，可以看作一个耦合线圈电感，用图示等效电路表示。其中， $L_{pa} \approx L_a$ 为线圈等效电感， $C_{pa} \approx C_a$ 为线圈寄生电容， R_a 为线圈电阻损耗， R_{pa} 为线圈等效并联谐振阻抗



- ◆ 上述等效参数可以通过矢量网络分析仪或者阻抗分析仪测量得到，也可以使用CST或者HFSS仿真分析计算给出

线圈天线的等效电路(cont.)

❖ 通过矢网测量/仿真分析给出S11的Smith圆图结果和阻抗结果，可以得到：

- 13.56MHz工作频点处线圈的损耗电阻
- 13.56MHz工作频点处线圈的电抗值，由电抗值计算出线圈的等效电感

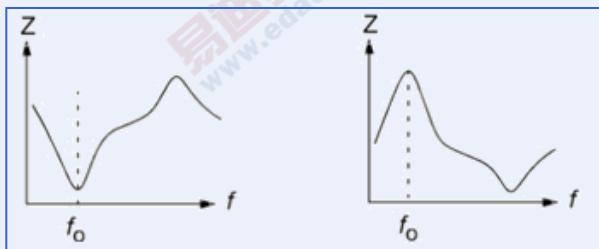
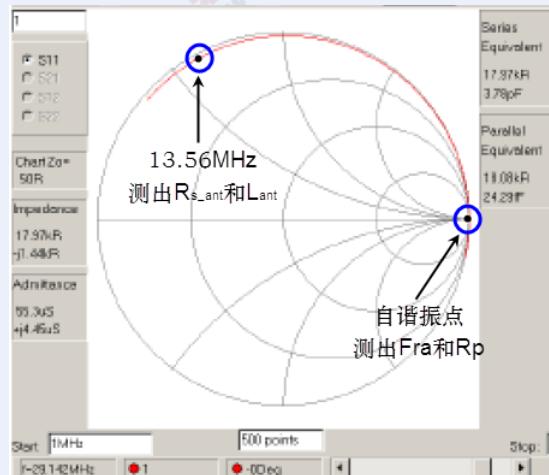
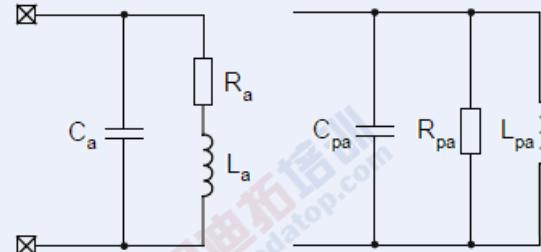
$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

- 线圈的自谐振频率和自谐振频点处的谐振阻抗
- 由自谐振频率可以计算出线圈的寄生电容

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

- 由自谐振频点处的谐振阻抗可以计算出线圈在13.56MHz频点处的谐振阻抗

$$R_p(13.56MHz) = \frac{R_p(f_{ra})}{\sqrt{\frac{13.56}{f_{ra}}}}$$



线圈天线的等效电路(cont.)

❖ 通过矢网测量/仿真分析给出S11的Smith圆图结果和阻抗结果，可以得到：

- 13.56MHz工作频点处线圈的损耗电阻
- 13.56MHz工作频点处线圈的电抗值，由电抗值计算出线圈的等效电感

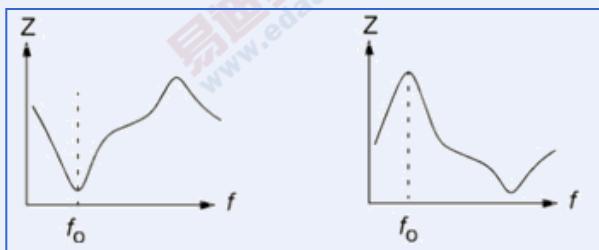
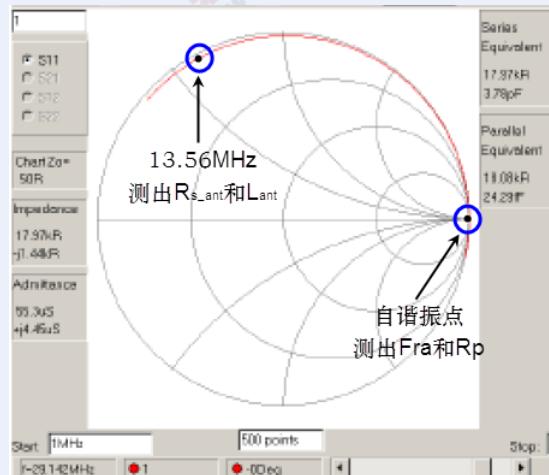
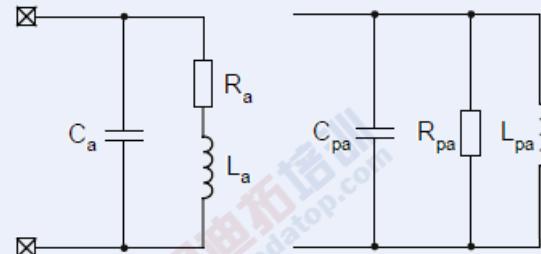
$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

- 线圈的自谐振频率和自谐振频点处的谐振阻抗
- 由自谐振频率可以计算出线圈的寄生电容

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

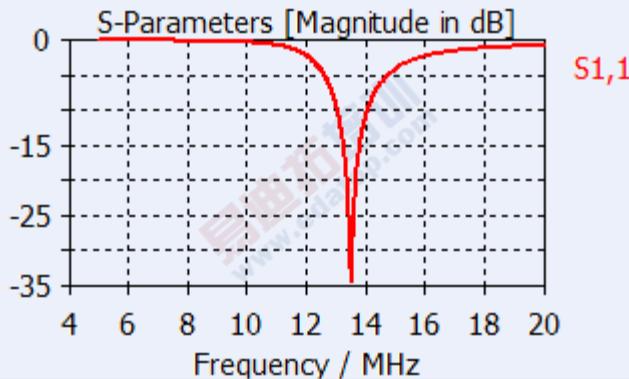
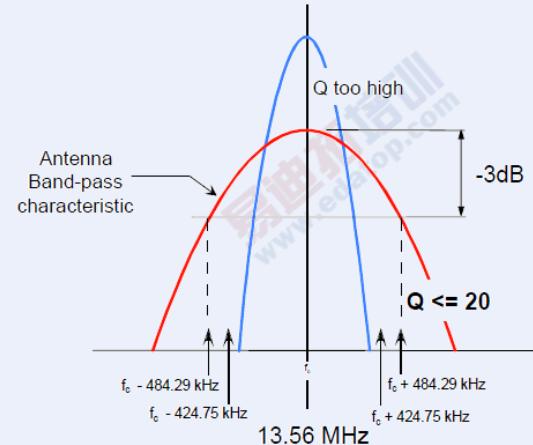
- 由自谐振频点处的谐振阻抗可以计算出线圈在13.56MHz频点处的谐振阻抗

$$R_p(13.56MHz) = \frac{R_p(f_{ra})}{\sqrt{\frac{13.56}{f_{ra}}}}$$



线圈天线Q值和带宽

- ❖ 13.56MHz线圈天线设计时，Q值是一个常提到的参数
- ❖ Q值定义为谐振电路中储存的能量与每个周期内消耗能量之比的 2π 倍，故Q值越高，意味着相对于储存的能量来说需要消耗的能量越少
- ❖ Q值和带宽
 - $BW_{3dB} = f_0 / Q$ ，所以Q值越高，带宽越小
- ❖ 3dB功率带宽和10dB回波损耗的经验准则
 - 工程上，3dB功率带宽通常是10dB回波损耗带宽的2倍



线圈天线Q值和带宽 (cont.)

❖ RLC谐振电路的Q值和带宽

- RLC谐振电路中，R、L(或C)决定电路的3dB功率带宽
- 串联RLC谐振电路，3dB功率带宽

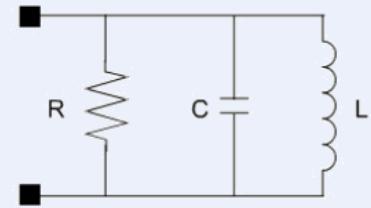
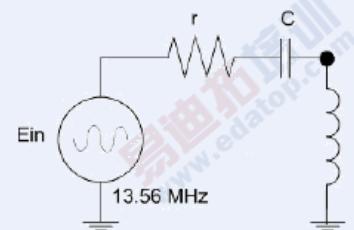
$$B = \frac{r}{2\pi L} \quad (\text{Hz}) \qquad Q = \frac{f_0}{B} = \frac{\omega L}{r} = \frac{1}{r\omega C}$$

- 并联RLC谐振电路，3dB功率带宽

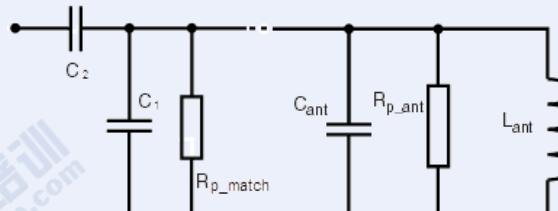
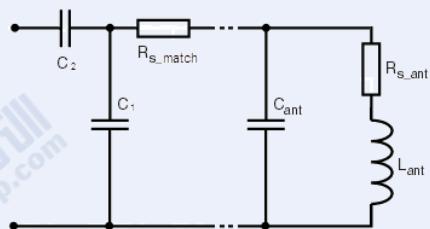
$$B = \frac{1}{2\pi RC} \quad (\text{Hz}) \qquad Q = \frac{f_0}{B} = \frac{R}{\omega L} = R\omega C$$

- 小结：

- Q值和带宽成反比， $BW_{3\text{dB}} = f_0 / Q$
- 调节RLC协整电路中的电阻值可以调整电路的带宽
- 对于串联谐振电路，电阻值越大，带宽越窄
- 对于并联谐振电路，电阻值越大，带宽越窄

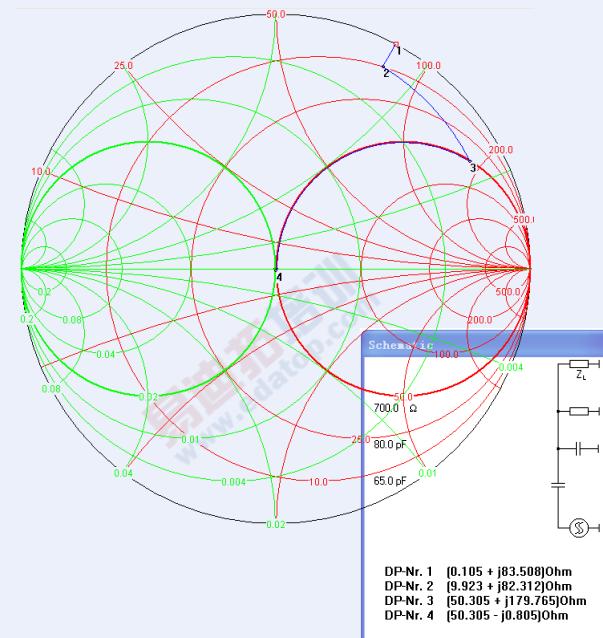


匹配电路设计



- ❖ 13.56MHz线圈天线常用上述串联/并联电阻两种形式的匹配电路
- ❖ 匹配电路设计

- 根据天线Q值或带宽的要求，确定匹配电路中的电阻值
 - 串联电阻形式的匹配电路： $R_{s_total} = \omega L/Q$, $R_{s_match} = R_{s_total} - R_{s_ant}$
 - 并联电阻形式的匹配电路： $R_{p_total} = Q\omega L$, $R_{p_match} = \frac{1}{\frac{1}{R_{p_tol}} - \frac{1}{R_{p_ant}}}$
- 使用Smith圆图工具确定匹配电路中的串联、并联电容值



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>