

# 设计定制变压器所需的强大LCR电桥

在设计隔离开关式电源 (SMPS) 时，高频变压器是关键组件。在使用定制变压器进行设计时，在许多设计参数中，包括效率、开关元件的最大额定电压和 EMI，其中漏电感控制至关重要，必须对这种寄生参数进行准确测量。R&S®LCX系列LCR电桥非常适合这项具有挑战性的测量任务。



## 您的任务

SMPS 开关电源变压器漏感的影响取决于几个因素。设计变压器以获得更大的磁化电感往往会增加漏电感，尤其是初级和次级绕组之间需隔离的情况下。这种漏感可能会导致功率损耗并影响 EMI 辐射，尤其更高的转换器开关频率时。

如果变压器设计为反激式转换器中运行，则当驱动晶体管关闭时，主转换器开关将对来自漏感电压的反冲敏感。存储在漏感中的能量需要缓冲电路来限制开关器件中的电压。在设计过程中，准确测量变压器初级侧的漏感对于优化缓冲电路设计至关重要。这将确保对主开关元件的充分保护，同时降低损耗并减少了 EMI 问题。

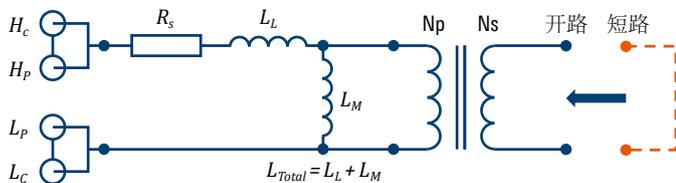
除了漏感，其他参数，如励磁电感、绕组电容和绕组电阻，也是高质量设计所必需考虑的。

为了加速设计过程，还可从测量的寄生变压器值中导出准确的仿真模型。

## Rohde & Schwarz和Oitek解决方案

R&S®LCX系列LCR电桥可准确测量变压器所有的关键参数。变压器电感测量需要有合适频率的正弦电压；所需的测试频率取决于转换器的开关频率。在次级绕组处于开路配置时，LCR电桥提供交流信号，进而测量初级电感  $L_{Total}$ 。

## 初级和漏感测量原理



测量结果结合了励磁电感  $L_M$  和漏电感  $L_L$ 。初级变压器电感由磁芯磁导率和绕组匝数决定。串联电阻参数  $R_S$  也由铜绕组产生，该值也可应用交流信号时测量，也可作为纯直流测量，该值有助于计算铜损。

由于变压器设计时定义了漏感，导致无法直接测量漏感。一种合适的漏电感方法必须消除初级电感中的磁化电感，这可通过次级端子之间的短路来完成，短路会导致输出端子上的电压为零，而初级侧的磁化电感电压为零，此时初级端子处测得电感，即为漏电感。

## 应用示例

使用反激原理将用于测量相关参数的定制变压器设计放置在输出电压为 5V、2A 的离线电源转换器中。

## 测量任务

- ▶ 执行补偿 (未连接 DUT 的开路/短路测量)
  - ▷ 补偿测试线的残余参数
- ▶ 设置所需的工作频率和合适的电压测试电平
- ▶ 选择合适的阻抗模式 (lowZ 或 highZ)
  - ▷ 为了得到最好的准确性
- ▶ 选择合适的量程设置和正确的参数配置 ( $L_S$  和  $R_S/L_S$  和  $R_{DC}$ )，连接 DUT 并开始测量



扫码二维码关注我们  
或查找微信公众号：海洋仪器

**海洋仪器**  
致力于电子测试、维护领域!

Application Card | Version 01.00

**ROHDE & SCHWARZ**  
Make ideas real



下图显示了一个符合参数规格的745.3μH初级电感:



在10kHz和100mV(RMS)时，初级电感测量

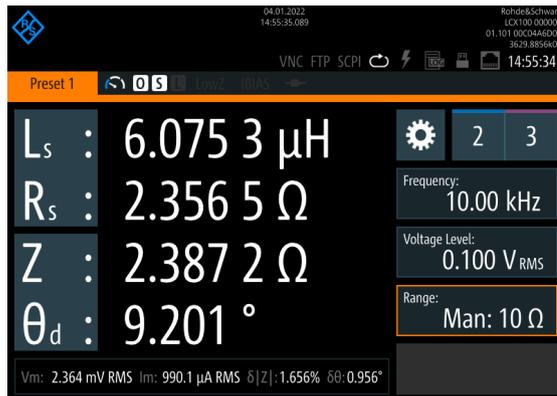
上图显示了1.283Ω 的串联电阻。直流电阻在典型变压器的数据表中给出，应以直流测量。这也可通过使用 LCR电桥测量选择 $R_{DC}$ 参数，产生的直流电阻约为 1.41Ω。

## 总结

R&S®LCX系列LCR电桥结合了强大的功能和高精度，使其成为满足各种开关转换器中的变压器设计测量的绝佳仪器。在大多数转换器设计中，无论缓冲电路中泄漏能量耗散，还是重新用于谐振转换器中的零电压开关，都必须考虑控制泄漏电感。LCX系列LCR电桥能够测量各种变压器寄生参数，使设计人员能够建立一个非常精确的仿真模型。在生产线上，漏感测量可确保定制变压器设计的质量，以进行进货筛选检查。

下图显示了大约 6.08μH漏电感，这也在数据规格范围内。测量漏感后，可以计算出励磁电感:

$$L_M = L_{Total} - L_L = 745.26\mu\text{H} - 6.08\mu\text{H} = 739.2\mu\text{H}$$



在10kHz and 100mV (RMS)测量条件下测量泄露电感

描述	型号	订单号
LCR电桥, 300kHz	R&S®LCX100	3629.8856.02
LCR电桥, 500kHz	R&S®LCX200	3629.8856.03
Kelvin开尔文夹测试线	R&S®LCX-Z2	3638.6446.02



北京海洋兴业科技股份有限公司 (证券代码: 839145)

北京市西三旗东黄平路19号龙旗广场4号楼(E座)906室

电话: 010-62176775 62178811 62176785

企业QQ: 800057747 维修QQ: 508005118

企业官网: [www.hyxyyq.com](http://www.hyxyyq.com)

邮编: 100096

传真: 010-62176619

邮箱: [market@oitek.com.cn](mailto:market@oitek.com.cn)

购线网: [www.gooxian.com](http://www.gooxian.com)



扫描二维码关注我们  
查找微信公众号: 海洋仪器