

定制变压器设计需要性能强大的LCR电桥

设计隔离开关电源（SMPS）时，高频变压器非常关键。使用定制变压器进行设计时，漏感至关重要，有助于控制效率、开关元件最大额定电压和电磁干扰（EMI）等多种设计参数。此寄生参数必须进行准确测量。R&S®LCX LCR仪表非常适合这种极具挑战性的测量任务。



您的任务

SMPS变压器的漏感影响取决于诸多因素。通过变压器设计以获得更大的励磁电感时，通常会增加漏感，特别是在需要隔离初级绕组和次级绕组的情况下。漏感会导致功率损耗并影响EMI发射，尤其是在较高的转换器开关频率下。

如果变压器设计用于反激转换器，当激励晶体管关闭后，主转换器开关将对因漏感产生的回扫电压较为敏感。漏感中存储的能量需要通过缓冲电路来限制开关设备的电压。在设计过程中，必须准确测量主变压器侧漏感以优化缓冲电路设计。这确保充分保护主开关元件，同时减少损耗并避免部分EMI问题。

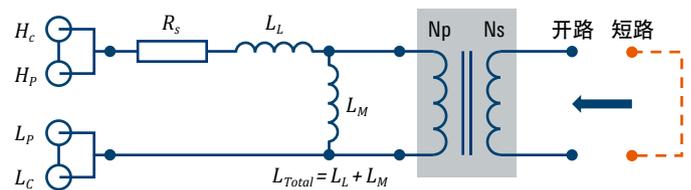
除了漏感之外，要确保优质设计，还需要关注励磁电感、绕组电容和绕组电阻等其他相关参数。

测量的寄生变压器数值还可用于确定准确的模拟模型，从而加快设计。

罗德与施瓦茨解决方案

R&S®LCX LCR仪表能够准确测量所有重要的变压器参数。测量变压器电感需要借助频率合适的正弦电压。根据转换器开关频率，可以确定所需的测试频率。LCR仪表提供交流信号，次级绕组则采用开路配置。之后，可以测量初级电感 L_{Total} 。

初级电感和漏感测量原理



测量结果包含励磁电感 L_M 和漏感 L_L 。根据磁芯的磁导率和绕组匝数，可以确定主变压器电感。铜绕组也会产生串联电阻 R_S 。串联电阻可在应用交流信号时进行测量，或作为纯直流值进行测量。此数值有助于确定铜损耗。

产品手册 | 版本01.00

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



漏感取决于变压器设计，因此无法直接进行测量。合适的漏感测量方法必须能够消除初级电感中的励磁电感。为此，可以在次级端子间设置短路。短路会导致输出端子和初级端子侧励磁电感出现零电压。之后，初级端子侧测量的电感即为漏感。

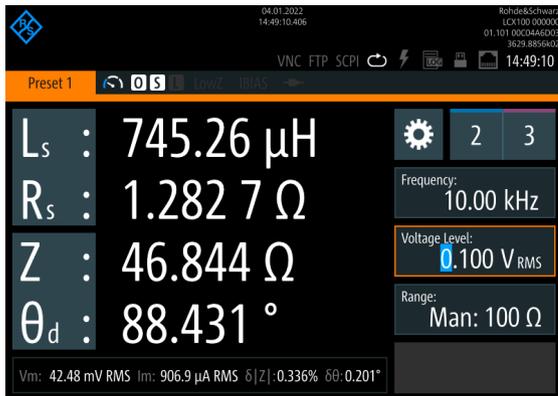
应用示例

根据反激原理，将用于测量相关参数的定制变压器集成在未联网的电源转换器中，电流为2 A时输出电压为5 V。

测量任务

- ▶ 执行补偿（开路/短路测量，未连接被测设备）
 - ▷ 以补偿布线等残余参数
- ▶ 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（低阻抗或高阻抗）
 - ▷ 以实现非凡的准确性
- ▶ 选择合适的范围设置和正确的参数配置（ L_s 、 R_s/L_s 和 R_{DC} ），然后连接被测设备并开始测量

下方截图显示初级电感为745.3 μH，符合数据表规格。

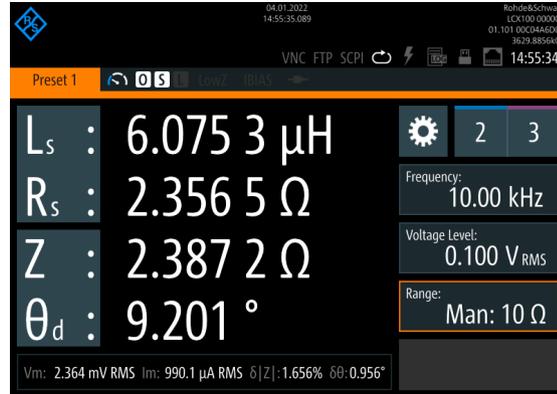


初级电感测量，10 kHz、100 mV (RMS)

串联电阻为1.283 Ω。标准变压器数据表中规定了直流电阻，并应在直流中进行测量。LCR仪表也可用于测量直流电阻，只需选择 R_{DC} 参数即可。测得的直流电阻约为1.41 Ω。

下方截图显示漏感约为6.08 μH，同样符合数据表规格。漏感测量完成后，可以计算出励磁电感。

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



漏感测量，10 kHz、100 mV (RMS)

摘要

R&S®LCX LCR仪表兼具强大功能和出色精度，非常适合为各种开关转换器的变压器设计提供支持。对于大多数转换器设计，无论泄漏的能量在缓冲电路中耗散还是重新用于谐振转换器的零电压开关，都必须控制漏感。测量各种变压器寄生参数，有助于设计人员设置极为准确的模拟模型。在生产中，漏感测量可确保定制变压器设计质量出色，以便通过质量检验。

另见

www.rohde-schwarz.com/LCX

名称	类型	订单号
LCR仪表，300 kHz	R&S®LCX100	3629.8856.02
LCR仪表，500 kHz	R&S®LCX200	3629.8856.03
开尔文夹式引线	R&S®LCX-Z2	3638.6446.02