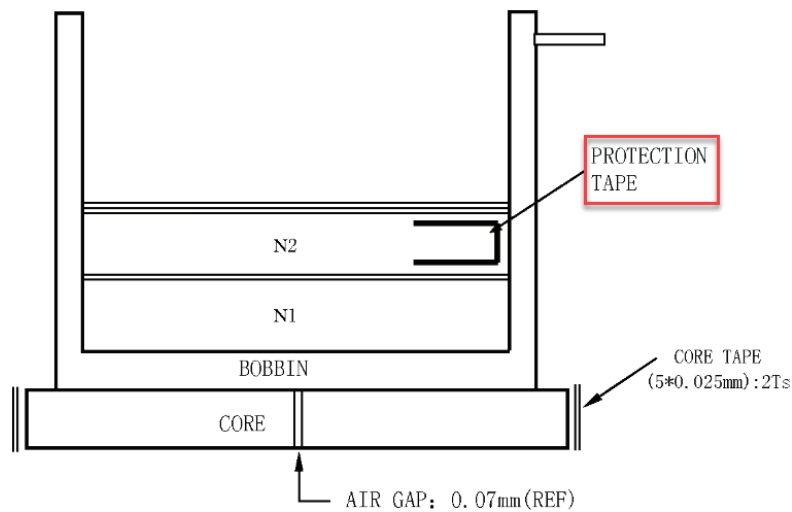




的更新，这一代产品会被适用另一个标准。这种标准的变化也会导致类似的设计需要一定程度的修改并更新器件才能再次获得 UL 认证。替换一个器件其实并不简单，比如对一个电容来说，就需要先理论分析容量，耐压，寿命，工作温度，波纹电流，ESR，尺寸等参数对设计的影响。理论分析通过之后，还需要做器件温升测试并与之前数据对比，EMC/SI/PI 评估，传导，辐射测试，MTTF 高温老化试验才能最终完成器件的替换。

如果需要修改更复杂的器件，设计验证流程会变得更加复杂。比如在 UL 认证文件中，UL 最终要求我们在 AC/DC 变压器次级增加反包胶带，如下图所示：



反包胶带导致变压器出现严重的音频噪声，会影响用户体验。其实降低变压器音频噪声的原理也很简单，只需要降低最大磁通密度（Maximum Flux Density）。最大磁通密度可以通过调整 AIR GAP 或者匝比做到。如果通过调整匝比来实现，根据：

$$B_{max} = \frac{V * 10^8}{4.44 * f * N * A}$$

B_{max} = Maximum Flux Density in Gauss

V = Applied RMS Voltage

f = frequency

N = turns on the winding where V is the applied voltage

A = Magnetic circuit cross-sectional-area enclosed by the winding (m^2)

看起来只需要增加初级线圈的匝数，即可降低最大磁通密度。实际情况并没有这么简单，因为匝比会影响反击电压（Flyback Voltage），最大 DC 输出电流，初级电感，最大占空比，次级电感，次级最大电流，初级最大电流，安匝数(Ampere-Turns NI)等参数。所以需要严格理论分析计算，确保在变压器修改后，电路的各项参数都满足要求，并对 EMC 做出评估。当理论分析通过之后，还是一样需要做器件温升测试并与之前数据对比，传导，辐射测试，MTTF 高温老化试验才能最终完成变压器的修改。为了快速对变压器及整个 AC/DC 设计做出理论评估，我把分析计算过程，约束条件写成了程序：