电路常识性概念（1）-输入、输出阻抗

2009-03-17 19:29

|  |
| --- |
| **1、输入阻抗**         输入阻抗是指一个电路输入端的等效阻抗。在输入端上加上一个电压源U，测量输入端的电流I，则输入阻抗Rin=U/I。你可以把输入端想象成一个电阻的两端，这个电阻的阻值，就是输入阻抗。         输入阻抗跟一个普通的电抗元件没什么两样，它反映了对电流阻碍作用的大小。         对于电压驱动的电路，输入阻抗越大，则对电压源的负载就越轻，因而就越容易驱动，也不会对信号源有影响；而对于电流驱动型的电路，输入阻抗越小，则对电流源的负载就越轻。因此，我们可以这样认为：如果是用电压源来驱动的，则输入阻抗越大越好；如果是用电流源来驱动的，则阻抗越小越好（注：只适合于低频电路，在高频电路中，还要考虑阻抗匹配问题。另外如果要获取最大输出功率时，也要考虑阻抗匹配问题。）  **2、输出阻抗**         无论信号源或放大器还有电源，都有输出阻抗的问题。输出阻抗就是一个信号源的内阻。本来，对于一个理想的电压源（包括电源），内阻应该为0，或理想电流源的阻抗应当为无穷大。输出阻抗在电路设计最特别需要注意。         现实中的电压源，则做不到这一点。我们常用一个理想电压源串联一个电阻r的方式来等效一个实际的电压源。这个跟理想电压源串联的电阻r，就是（信号源/放大器输出/电源）的内阻了。当这个电压源给负载供电时，就会有电流I从这个负载上流过，并在这个电阻上产生I×r的电压降。这将导致电源输出电压的下降，从而限制了最大输出功率（关于为什么会限制最大输出功率，请看后面的“阻抗匹配”）。同样的，一个理想的电流源，输出阻抗应该是无穷大，但实际的电路是不可能的。  **3、阻抗匹配**         阻抗匹配是指信号源或者传输线跟负载之间的一种合适的搭配方式。         阻抗匹配分为低频和高频两种情况讨论。         我们先从直流电压源驱动一个负载入手。由于实际的电压源，总是有内阻的，我们可以把一个实际电压源，等效成一个理想的电压源跟一个电阻r串联的模型。假设负载电阻为R，电源电动势为U，内阻为r，那么我们可以计算出流过电阻R的电流为：I=U/(R+r)，可以看出，负载电阻R越小，则输出电流越大。负载R上的电压为：Uo=IR=U/[1+(r/R)]，可以看出，负载电阻R越大，则输出电压Uo越高。再来计算一下电阻R消耗的功率为：  P=I2×R=[U/(R+r)]2×R=U2×R/(R2+2×R×r+r2)                                      =U2×R/[(R-r)2+4×R×r]  **=U2/{ [(R-r)2/R] + 4×r }**         对于一个给定的信号源，其内阻r是固定的，而负载电阻R则是由我们来选择的。         注意式中[(R-r)2/R]，当R=r时，[(R-r)2/R]可取得最小值0，这时负载电阻R上可获得最大输出功率Pmax=U2/(4×r)。即，当负载电阻跟信号源内阻相等时，负载可获得最大输出功率，这就是我们常说的阻抗匹配之一**。**         对于纯电阻电路，此结论同样适用于低频电路及高频电路。当交流电路中含有容性或感性阻抗时，结论有所改变（是对于最大输出功率而言的），就是需要信号源与负载阻抗的的实部相等，虚部互为相反数，这叫做共扼匹配。在低频电路中，我们一般不考虑传输线的匹配问题，只考虑信号源跟负载之间的情况，因为低频信号的波长相对于传输线来说很长，传输线可以看成是“短线”，反射可以不考虑（可以这么理解：因为线短，即使反射回来，跟原信号还是一样的）。         从以上分析我们可以得出结论：如果我们需要输出电流大，则选择小的负载R；如果我们需要输出电压大，则选择大的负载R；如果我们需要输出功率最大，则选择跟信号源内阻匹配的电阻R。有时阻抗不匹配还有另外一层意思，例如一些仪器输出端是在特定的负载条件下设计的，如果负载条件改变了，则可能达不到原来的性能，这时我们也会叫做阻抗失配。    在高频电路中，我们还必须考虑反射的问题。当信号的频率很高时，则信号的波长就很短，当波长短得跟传输线长度可以比拟时，反射信号叠加在原信号上将会改变原信号的形状。如果传输线的特征阻抗跟负载阻抗不相等（即不匹配）时，在负载端就会产生反射。为什么阻抗不匹配时会产生反射以及特征阻抗的求解方法，牵涉到二阶偏微分方程的求解，在这里我们不细说了，有兴趣的可参看电磁场与微波方面书籍中的传输线理论。传输线的特征阻抗（也叫做特性阻抗）是由传输线的结构以及材料决定的，而与传输线的长度，以及信号的幅度、频率等均无关。  例如，常用的闭路电视同轴电缆特性阻抗为75Ω，而一些射频设备上则常用特征阻抗为50Ω的同轴电缆。另外还有一种常见的传输线是特性阻抗为300Ω的扁平平行线，这在农村使用的电视天线架上比较常见，用来做八木天线的馈线。因为电视机的射频输入端输入阻抗为75Ω，所以300Ω的馈线将与其不能匹配。实际中是如何解决这个问题的呢？不知道大家有没有留意到，电视机的附件中，有一个300Ω到75Ω的阻抗转换器（一个塑料封装的，一端有一个圆形的插头的那个东东，大概有两个大拇指那么大）。它里面其实就是一个传输线变压器，将300Ω的阻抗，变换成75Ω的，这样就可以匹配起来了。这里需要强调一点的是，特性阻抗跟我们通常理解的电阻不是一个概念，它与传输线的长度无关，也不能通过使用欧姆表来测量。为了不产生反射，负载阻抗跟传输线的特征阻抗应该相等，这就是传输线的阻抗匹配，如果阻抗不匹配会有什么不良后果呢？如果不匹配，则会形成反射，能量传递不过去，降低效率；会在传输线上形成驻波（简单的理解，就是有些地方信号强，有些地方信号弱），导致传输线的有效功率容量降低；功率发射不出去，甚至会损坏发射设备。如果是电路板上的高速信号线与负载阻抗不匹配时，会产生震荡，辐射干扰等。  当阻抗不匹配时，有哪些办法让它匹配呢？第一，可以考虑使用变压器来做阻抗转换，就像上面所说的电视机中的那个例子那样。第二，可以考虑使用串联/并联电容或电感的办法，这在调试射频电路时常使用。第三，可以考虑使用串联/并联电阻的办法。一些驱动器的阻抗比较低，可以串联一个合适的电阻来跟传输线匹配，例如高速信号线，有时会串联一个几十欧的电阻。而一些接收器的输入阻抗则比较高，可以使用并联电阻的方法，来跟传输线匹配，例如，485总线接收器，常在数据线终端并联120欧的匹配电阻。         为了帮助大家理解阻抗不匹配时的反射问题，我来举两个例子：假设你在练习拳击——打沙包。如果是一个重量合适的、硬度合适的沙包，你打上去会感觉很舒服。但是，如果哪一天我把沙包做了手脚，例如，里面换成了铁沙，你还是用以前的力打上去，你的手可能就会受不了了——这就是负载过重的情况，会产生很大的反弹力。相反，如果我把里面换成了很轻很轻的东西，你一出拳，则可能会扑空，手也可能会受不了——这就是负载过轻的情况。另一个例子，不知道大家有没有过这样的经历：就是看不清楼梯时上/下楼梯，当你以为还有楼梯时，就会出现“负载不匹配”这样的感觉了。当然，也许这样的例子不太恰当，但我们可以拿它来理解负载不匹配时的反射情况。  ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++  Q：什么是电流控制器件？ A：如果这个器件的输出参数大小和输入的电流参数大小有关，就叫该器件是“电流控制器件”，简称“流控器件”。       “电流控制器件”输入的是电流信号，是低阻抗输入，需要较大的驱动功率。例如：双极型晶体管(BJT)是电流控制器件、TTL电路是电流控制器件。  Q：什么是电压控制器件？ S：如果这个器件的输出参数大小和输入的电压参数大小有关，就叫该器件是“电压控制器件”，简称“压控器件”。       “电压控制器件”输入的是电压信号，是高阻抗输入，只需要较小的驱动功率；例如：场效应晶体管(FET)是电压控制器件、MOS电路是电压控制器件。  Q：为什么BJT是电流控制器件而FET和MOS是电压控制器件？ S：BJT是通过**基极电流**来控制集电极电流而达到放大作用的；而FET&MOS是靠控制**栅极电压**来改变源漏电流，所以说BJT是电流控制器件，而FET和MOS是电压控制器件。 |