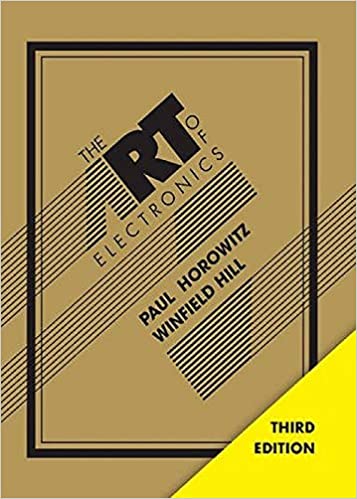
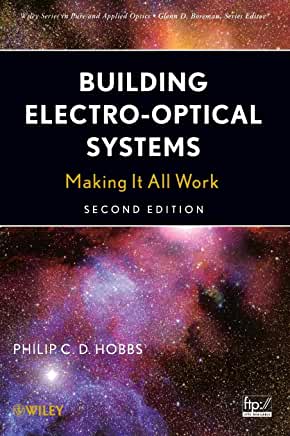
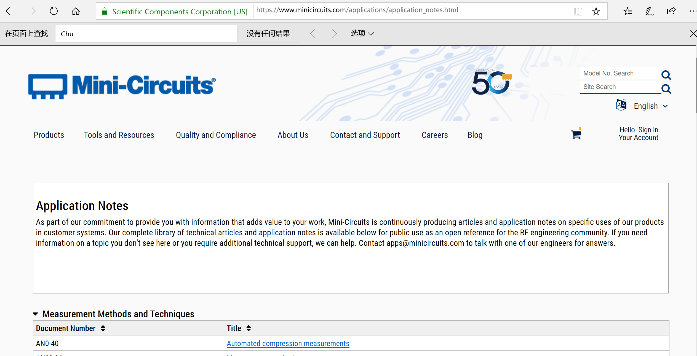
20200323 在线研讨

各位同学，今天（第六讲）的线上研讨开始了。这一讲的经典参考文献有以下两本：



再加上各大电子元器件生产商的datasheets 和 application notes。

比如这个，Mini-circuits公司是最常用的射频元件生产商之一，它也有相当全面的文档（application notes）供用户学习：



Q: 老师请教一个问题：我做实验的时候用到一个温差电偶的temperature controller，他用的是pid feed back。但是可能是因为我焊接不是特别好，会出现开着I温度会飘，最后爆炸（温度显然得飘走）的情况。这种问题有什么好的解决方案吗？

你的actuator是什么？温差电偶是sensor。actuator是加热器还是TE cooler？

是加热器。

是从来没有工作过，还是工作一段时间就飘走了？（工作=“Error signal为零”。）

一开始会把温度降到error signal 很低的位置（0.1mK），但是之后就保持这个数一段时间，最后就直接飘走了。

能保持多长时间?

大概几分钟。

然后加热量就一直上升，温度一直上升吗？

嗯。

这是一个对什么类型物体的控温？

对一个chip，类似于一个resonator。

控温点离室温多少？

三十多摄氏度。

如果我来处理这个问题，我首先会看它到底是不是反馈的问题。比如，断开反馈，手动调节加热电流，看看一定的电流能不能给出确定的温度。

这个error会很大，因为室温并不是很稳定。

对，没有关系，先看看error会不会run away。

如果不会run away，能给出大体确定的温度，就去找反馈设计的问题；如果不能，就说明系统本身有一些问题，比如sensor和actuator之间的延迟过大，等等。其次，要监测与error signal相关的运算放大器。假设你的系统开环表现没有问题，确实出在feedback上，那么feedback失效，thermal runaway 对应于error signal无节制地变大，这个电路中，大概率是某一个op amp偏离了线性区，违反了它的两条黄金规则之一。

最常见的就是，pin2的“-”input 和 pin3的“+”input 电压本来应该相等（电压黄金规则），但实际上不相等，这个问题可能是由于输出电压饱和，破坏线性区规则导致的。如果能够找出一些关键的节点，对它的电压/电流输出进行限制，可能会有助于稳定性。比如你从开环的经验知道，某电压只需要1.5 V左右，那就不要让它的可调值超过2V。把这些开环、粗调、范围限制，还有polarity都弄好了，最后再管PID参数细调。

补充：被控温的chip运行过程中自己会发热。

如果发热的速度远大于feedback反应的速度，那就可能发生thermal runaway。这个问题可以从“开环时会不会发生runaway”来直接测试。

补充：但是chip不开的时候他也会run away。我们最后选择等温度差不多了把I关了，然后快点做实验。

当你想降温时加热器可以反应吗？

可以反应。

如果把I调小点呢？

I最小效果好像是最好的。

嗯，这里的确有个问题，就是我们的系统，是不是一个线性系统。如果你用的是TE cooler，那么cooling power 正比于电流，一切都是线性的。但是电阻式加热器，heating power 正比于电流的平方，而我们一般控制的是电流，这就造成了非线性。

非线性，意味着你的PID参数如果是在某个电流下面调好的，它会最适用于在该电流下做微扰，而且只能是小幅度的扰动。如果突然有一个幅度较大的扰动，你的“稳定”参数可能就忽然变成“不稳定构型”的参数了。

这个问题值得思考，也就是你的环境温度变化多大，环境有多恶劣。在恶劣环境下，非线性系统是很难实现普适的反馈控制的。如果只是一个chip，并且只有35摄氏度的话，我觉得用TE cooler是个更好的选择。TE cooler，可以当成TE heater用，只要把电流方向反过来就好了，一般说来，线性系统要鲁棒得多。

Q：老师我想问个问题，设计电路的时候，很多时候我们只需要一个电阻比例，比如R1/R2=10，那我可以选1k和10k,或者5k和50k；这些选择中选用多大的电阻之间有什么优劣么？我感觉几十k范围内好像没什么太大区别。

A：的确有一个选择自由的。要考虑以下因素的平衡（妥协）：

1. 你的op amp能承受多大的电流；

2. 相应电阻的Johnson noise有多大；

3. 相应电阻对应电流的shot noise有多大

一般来讲，稍微选大一点，比如你举的两个例子，我会选5k 和50k，因为对应电流小，功耗也小。