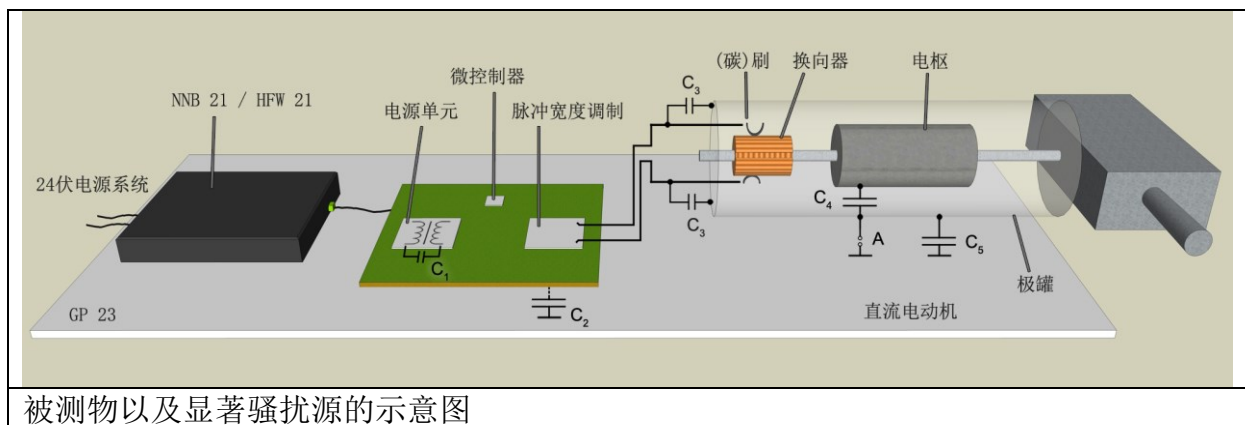


消除脉宽调制(PWM)直流电机的电磁骚扰

采用朗格尔电磁兼容技术公司(Langer EMV-Technik GmbH)的线路阻抗稳定网络 *NNB21* 或者射频电流转换器 *HFW21* 以及频谱分析仪软件 *ChipScan-ESA*, 可以测量被测物的骚扰发射。

被测物由一个配备电源的测试电路板、微控制器、*PWM* 以及直流电动机等部分组成。

直流电动机连接在测试电路板的 *PWM* 输出端。直流电机通常由电枢、极罐和电刷集流器等部分构成。



总共有三个显著的骚扰源：

1. 电源部分（在隔离电源的情况下，骚扰抑制非常复杂）
2. *PWM* 电路
3. 换向器的换向过程，因为直流电机的电枢电感而产生骚扰

利用线路阻抗稳定网络，可以在测试电路板的电源输入端口测试受到的干扰。由于上述三种骚扰源会产生叠加，所以干扰抑制非常复杂。一般情况下很难从频谱中识别出哪个骚扰源导致问题的出现。

除此之外，*PWM* 工作模式的直流电动机中还存在 *PWM* 信号和换向电枢电感信号之间的共振。这种共振显著地增强了骚扰。而对于直流电工作模式的电动机，情况就变得相对容易。

对三个骚扰源进行单独抑制，是非常有意义的做法。我们最好从电源部分进行。

使用负载电阻代替直流电动机。仅仅通过去干扰电容 C_3 连接直流电动机，使其被动地参与到实验装置中。在这种情况下，*PWM* 电路是断开的。

隔离电源通过开关电源变压器产生很强的容性电流。通过限制开关电压和回扫电压的 du / dt 可以降低这种电流，但是大多数情况下这还不够。采用加入电容器 C_1 的方法，可以使该电流返回源端。

该措施的效果可以通过线路阻抗稳定网络 *NNB21* 或者射频电流转换器 *HFW21* 以及频谱分析仪软件 *ChipScan-ESA* 进行测试和记录。利用该软件，可以任意改变相应频谱曲线的颜色、将频谱曲线堆叠显示等操作，从而方便快速地对其进行比较分析。

而去除 *PWM* 电路的骚扰通常是更复杂一些。*PWM* 信号通过抑制电刷火花的电容器 C_3 传导到极罐，并从那里传输至测量接地参考表面 (*GP23*)。电流经由 *NNB21* 流回，在那里测量的值就是噪声电流。从极罐到 *GP23* 的路径可以通过固体接地 (*A*) 或经由寄生电容 C_5 。*PWM* 工作模式下的电容器 C_3 应该很小 (大约 1 nF)，以便将流出的 *PWM* 电流控制在一定的限度内。这项措施通常还不够，还必须在 *PWM* 和直流电机的线路中加入纵向扼流圈，以进一步减少 *PWM* 的骚扰电流。

必须注意，在 *PWM* 工作模式下，不要使用已经对直流干扰有抑制效果的电机。这样的电机可能配有 10-100 nF 的电容 C_3 ，它将大大增加 *PWM* 模式时的噪声电流。采用电气隔离极罐，通常只能在较低的频率范围减少骚扰电流，因为极罐和接地之间的电容 C_5 跨接了电隔离。

与以上所述相反，为了清除电刷干扰，电容器 C_3 要求尽可能大于 1 nF。对于 *PWM* 去干扰而言，这是一个很难解决的矛盾。这个问题可以通过上面已经提到的在 *PWM* 线路上串联扼流圈的办法进行缓解。

从电机中伸出的金属轴，也会导致更高的耦合输出，所以结构设计方面的措施，也会起到一定的作用。所有这些措施都可以利用线路阻抗稳定网络 *NNB21* 或者射频电流转换器 *HFW21* 进行测量，并利用芯片扫描软件 *ChipScan-ESA* 进行分析和评估。

总体而言，我们的任务是巧妙利用所有这些措施，令人满意地掌握和控制这三个骚扰源。