# 第一天 20230118

|  |  |
| --- | --- |
| 调试内容 | 1、dq轴电流环的跟踪性能还可以，采用Kp=1.04，τi=4ms。    d轴电流环阶跃测试    q轴电流环阶跃测试  转速环阶跃响应波形也还可以，没有明显问题。    转速阶跃波形，阶跃幅度10%  2、转速高了之后特别容易失控，失控的原因是进了电压限制，电流控不住。把SVPWM模块的计算电压值从600V提高到800V，实际母线电压仍是600V，该问题有好转。  转速高了之后特别容易进电压限制导致电流不受控的原因找到了，是因为计算电流环前馈量时多乘了一个极对数Np，见下面的示意图。因为标么化之后有，不用再乘以极对数。乘以极对数之后就会导致电流前馈量过大，进而进电压限制。修复该问题后可以实现0~100%加速了。    3、初步判断simulink中离散PID模块的I参数设的就是Ki，不是τi。把PI模块的误差给固定值1，积分1s得到的数据就是Ki，波形截图从略。  4、当三相交流电压用cos函数表示时，SVPWM扇区图的扇区1为0~60°范围。当三相交流电压用sin函数表示时，SVPWM扇区图的扇区1为-30°~30°。实际上无论是用cos函数表示还是用sin函数表示，扇区1都是同一块位置。见下图，当三相交流电压用sin函数表示时，-30°~30°代表的位置就是下图中从坐标原点过来60度（注意此时坐标原点不是0°起始点）。    5、经过对比，仿真模型中用的SVPWM模块与网络帖子《[彻底吃透SVPWM如此简单 - 知乎 (zhihu.com)](https://zhuanlan.zhihu.com/p/414721065)》中推导的SVPWM算法是一样的。我简单看了一下应该也是对的。CLVC调速的时候怎么就那么容易进入电流不受控的区域呢？  6、Id中有明显的6倍频谐波，Iq中有明显的5倍频谐波。    Id中的6倍频谐波    Iq中的5倍频谐波 |
| 问题记录 |  |

# 第x天 20230119

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 调试内容 | 1、TI的文档《用户指南fInstaSPIN-FOC™ 和 InstaSPIN-MOTION™》里的电流环和速度环设计方法。  1）其在设计电流环时采用Ki去对消控制对象的极点，使电流环闭环传递函数变成一阶，然后再根据电流环带宽选择Kp。  2）其在设计速度环PI时考虑了电流内环，根据速度环带宽和电流环带宽的关系选取速度环Ki，选取好速度环Ki之后速度环开环穿越频率*ωc*跟着确定，然后根据*L(ωc)=1*计算得到速度环Kp。  点评  1）用Ki去对消电流环控制对象的极点，即取 。根据控制对象的时间常数去取PI调节器的时间常数，有一定的合理性。控制对象时间常数越大PI调节器的时间常数也相应取大，控制对象时间常数越小PI调节器的时间常数也相应取小。但是这样设计出来的PI调节器动态响应受到控制对象的影响，当控制对象时间常数较大时，电流环动态响应可能也比较慢。  2）其在设计电流环时没有考虑电流采样到发波的1.5Tctrl延时影响。  3）该文档中是通过取速度环带宽来设计速度环的，确定速度环带宽为电流环带宽为电流环带宽的后，然后再取速度环PI调节器转折频率（这样可以得到最大的速度环相位裕度）即得速度环PI。  2、当前的仿真模型中，三角载波和三相调制波的变化步长都是1us，跟仿真步长一致。并且三角载波模块不支持设置采样时间，应该是默认采用仿真模型的采样时间。另外，把波形放大之后可以看到在仿真过程中有变步长现象存在。    Tcmp1和T\_Carrier的变化步长（1us仿真步长）    Tcmp1和T\_Carrier的变化步长（10us仿真步长）  在翻过几页波形之后，暂时没有发现PWM调制模块中Tcmp1（调制波）连续穿越2次T\_Carrier（三角载波）的现象。  2、将速度环、电流环PI调节器的采样时间改成Tctrl后，仿真波形和原来没有什么变化。  3、仿真模型无论把载波调制模块的死区时间设成多少（0.1us~5us），Isd中的6倍频谐波都跟昨天差不多大的。不知道这个6倍频谐波是哪里来的。  我们常常说死区效应会导致电流中出现6倍频谐波，其机理是什么样的呢？作用机理应该是在发波电压的过零点处，死区效应影响增大，导致输出电压畸变，继而输出电流畸变。该畸变在abc轴电流中表现为5/7次谐波的形式，故dq轴电流中表现为6倍频谐波的形式。  仿真中发现逆变桥输出电平相对于开关管驱动信号滞后了1.5us左右（并且这个1.5us还不是固定的，一直小幅变动）。这个应该是仿真模型函数块执行的先后顺序导致的。这个现象应该不是导致Id中出现6倍频谐波的原因。因为这个现象只导致Uabc滞后1.5us，不会导致Uabc畸变。    U相桥臂电平相对于U相开关管驱动滞后了1.5us  将仿真模型改成I/F控制，电流环调到很弱，PWM调制模块的死区时间设0，，Vd中的6倍频谐波已基本没有Isd中的6倍频谐波依然存在，并且随着转速的升高越来越大。初步判断Id中的6倍频谐波不是控制带来的，可能是电机模型的原因。    Vd中已没有6次谐波，Id中依然有6次谐波    Id中的6倍频谐波随着转速升高增大  4、在仿真步长为1us的情况下，分别设置PWM调制模块死区时间为1us和2us，最终输出的PWM波死区时间为：   |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | 上升沿 | 下降沿 | | 1us | 1us | 1.6us | | 2us | 2.6us | 2.3us |   而且上表中的实际死区时间还不是固定的，一直在变，可见用MATLAB模拟死区效果不是很好。计划把PWM调制模块中的死区时间设0，不用死区了。 |
| 问题记录 |  |