

高压变频器

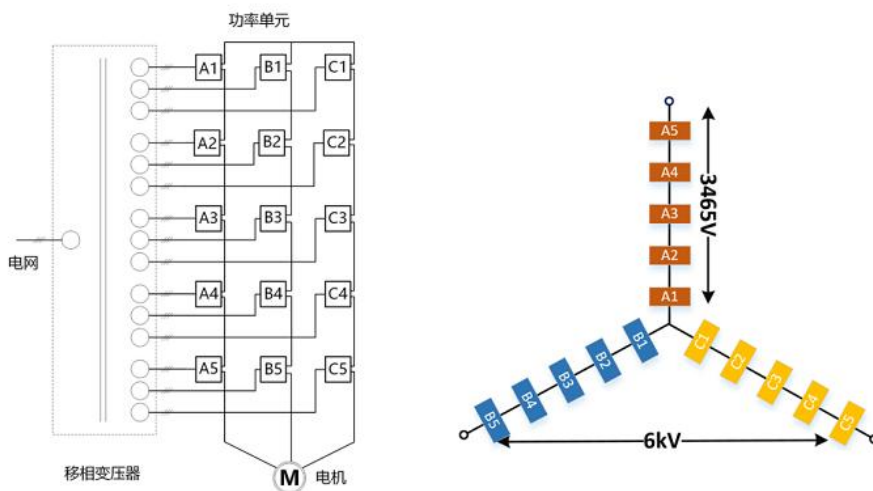
基本介绍

高压变频器广泛应用于冶金、化工、矿业、船舶等众多工业领域，在降低电机能耗、提高传动系统的控制水平、变频软启动以及提升设备功率因数和效率等方面取得了用户的广泛认可。高压变频器存在电压等级较高、拓扑结构复杂、测试困难等问题，为了保证高压变频器高效、安全、可靠运行，在工业实际的“研发—生产—试验”的产品迭代环节中，研发测试工程师要反复修改控制器参数、电路参数以进行一系列不同工况下高压变频器测试，基于半实物仿真支持任意拓扑模型搭建且高度精确的特点，采用 HIL 半实物硬件在环进行高压变频器研发测试已然成为现在主流趋势。

StarSim 解决方案

下图为五级 H 桥级联高压变频器拓扑结构，其中输入电压为 6KV 中压电网，采用功率单元串联方式，利用移相叠加原理实现 0~6KV 完美无谐波输出。无需任何升压和滤波装置，可直接驱动普通中压电机。

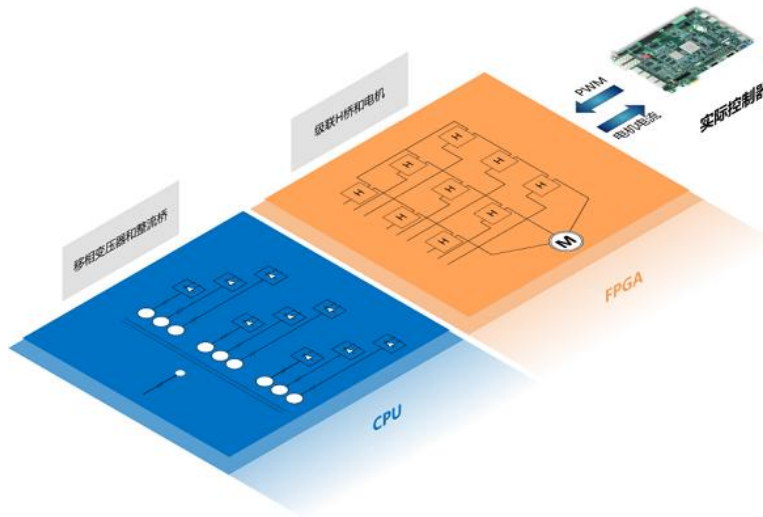
前级每个功率模块内部均采用二极管进行全波整流，经中间大电容滤波，使电压波形平滑更趋于直流；后级采用 IGBT 逆变桥将直流逆变成脉宽调制电压输出，并控制输出电压波形中的基波幅值和频率。每个功率单元输入由移相变压器二次侧供电，每相 5 个功率单元输出串联，最终形成 Y 型连接。



基于 MT 8020 超强的 CPU 性能以及超高的 FPGA 计算精度，可将电网、移相变压器和不可控整流部分运

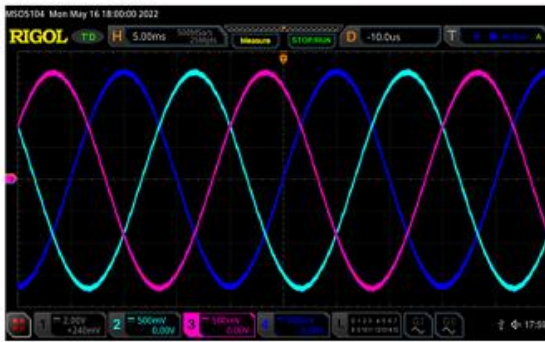
行在 8020 实时仿真器的 CPU 上，级联 H 桥和电机部分运行在 FPGA 上。

控制侧采用 MT 1070 快速原型控制器，运行高压变频器系统的控制算法并发出 PWM 信号控制 MT 8020 中实时运行的级联 H 桥；MT 8020 和 MT 1070 之间通过真实物理 IO 来交换信号，实现一个真正的 HIL（硬件在环）仿真测试系统。

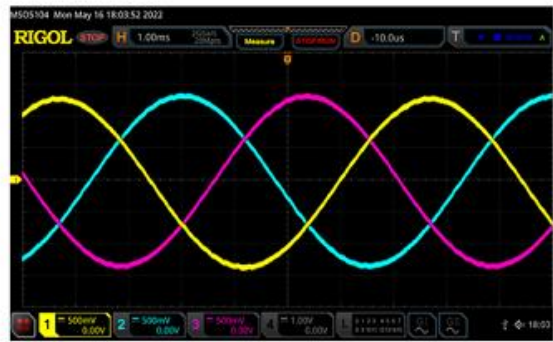


仿真测试结果

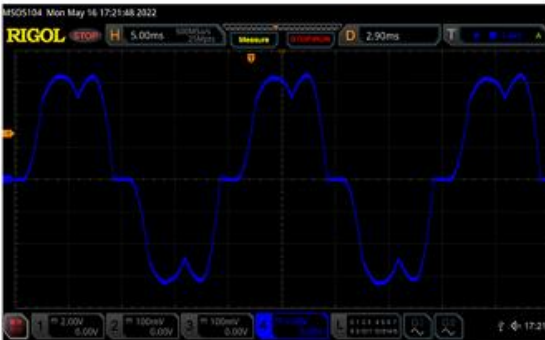
五级 H 桥级联高压变频器实时仿真波形如下所示，其中图 (a) 为高压变频器网侧电流，由于高压变频器拓扑结构采用 5 个功率单元串联，依次相差 12° ，形成 30 脉波的整流电路，网侧电流谐波非常少，波形质量较好；图 (b) 为不可控整流桥交流侧 A 相电流，不可控整流桥交流侧的 A 相电流与理论不可控整流桥交流侧波形结果基本一致；图 (c) 为高压变频器机侧电流，机侧电流呈正弦、波形质量较好；图 (d) 为高压变频器输出端线电压波形，该线电压呈 21 电平 ($4*N+1, N=5$) 近似正弦波形，与实际理论分析结果一致。图 (e) 为高压变频器 A 相桥臂两个相邻单元 PWM 信号，其中两路 PWM 载波初始相位相差 36° 。



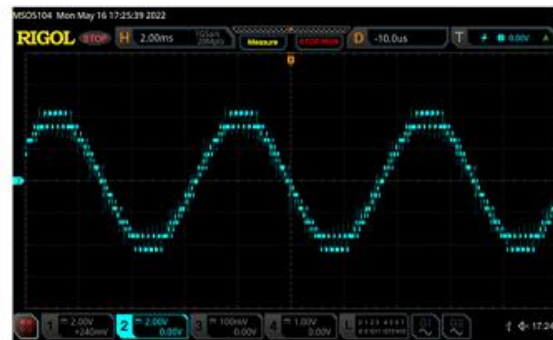
(a) 五级H桥级联高压变频器网侧电流



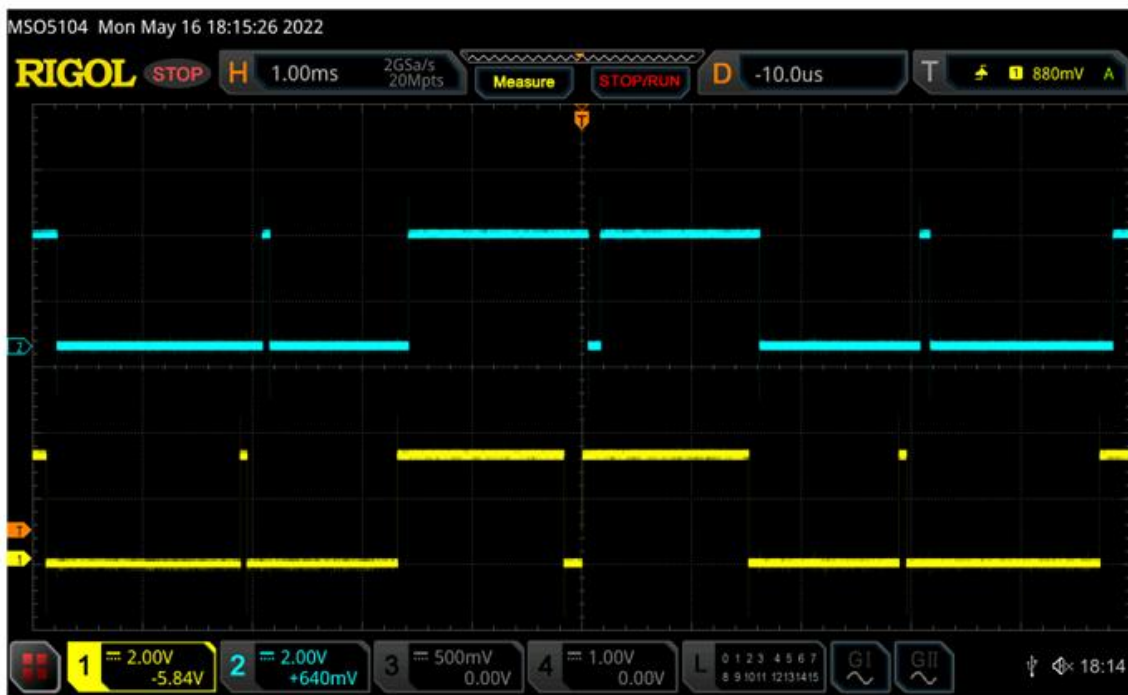
(c) 五级H桥级联高压变频器机侧电流



(b) 不可控整流桥交流侧A相电流



(d) 高压变频器输出端线电压



(e) 五级H桥级联高压变频器PWM信号