

基于载波调制策略的双级四脚矩阵变换器研究

孙尧 粟梅 夏立勋 桂卫华

中南大学信息科学与工程学院, 长沙 410083

摘要 为了抑制不平衡负载中的零、负序扰动, 本文提出一种基于载波调制的双级四脚矩阵变换器解决方案。相对于 3×4 矩阵变换器的基于三维空间矢量调制方法, 该方案无需繁杂的坐标变换、基于投影矩阵的占空比计算、棱柱体和四面体的辨识等, 计算量大幅度减少, 便于实现。双级四脚矩阵变换器是一种新型拓扑结构的电力变换装置, 针对该拓扑提出的载波调制方法, 不但具备处理不平衡负载的能力, 而且能保证输入电流基本正弦, 同时还能充分利用输入电压。文章还详细分析了在该调制策略下不平衡负载对输入电流的影响。数值仿真验证了该方案的可行性和解析推导的正确性。

关键词 三维空间矢量调制, 双级四脚矩阵变换器, 载波调制, 负载不平衡, 数值仿真

引言

矩阵变换器具备能量可以双向流通、正弦输入输出电流、可控的输入功率因数、结构紧凑和体积小等优点, 是当前研究热点之一。但所有这些优良特性只有在三相对称电源和三相对称负载的前提之下才成立。当负载不平衡时, 传统 3×3 结构矩阵变换器难以正常工作, 文献在正、负序旋转坐标下应用 PI 控制器初步解决了负载存在负序扰动的矩阵变换器控制问题, 然而在实际应用中, 负载仅仅存在负序扰动电流的假设过于严格, 当系统负载同时存在零、负序扰动三相对称输出电压, 也即是无法抑制零序扰动。由于

系统新增了一条桥臂, 满足基本约束的基本矢量从 27 种增加到了 81 种, 算法异常复杂。本文受到双级矩阵变换器具有物理上的逆变级^[6]的启发, 在现有的双级矩阵变换器逆变级上增添一个桥臂, 并将新增桥臂中点 N 与负载中性点连在一起生成新的拓扑——逆变级具有四脚的双级矩阵变换器, 如图 a。提出的基于载波的双级四脚矩阵变换器调制策略克服了逆变级三维空间矢量合成过程中的坐标变换, 棱柱体、四面体的辨识和基于投影矩阵的占空比计算, 计算量大幅度减少, 同时具备零电流换流的特点, 安全且便于工程实现。

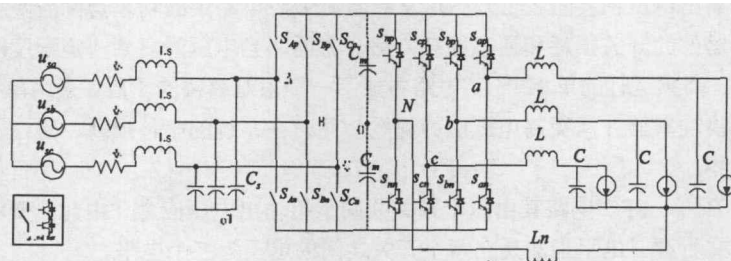


图 a 双级四脚矩阵变换器拓扑结构图

仿真结果如图 b, 图 c:

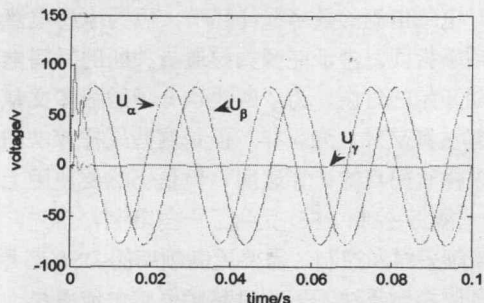


图 b 滤波电容上电压 α - β - γ 坐标系下, 各轴上的波形

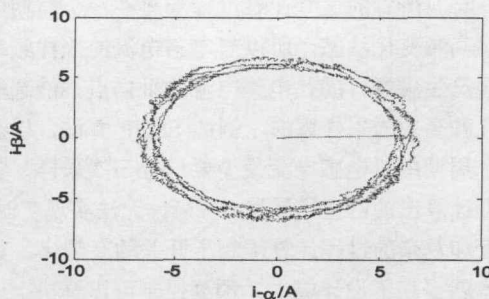


图 c 输入电流空间矢量

国家自然科学基金项目(资助号: 60674065)