中国电机工程学报 2011, 31(3) 34-39 DOI: ISSN: 0258-8013 CN: 11-2107/TM

电力电子与电力传动

电压型PWM整流器预测直接功率控制

杨兴武，姜建国

上海交通大学电气工程系

摘要：

将预测直接功率控制用于电压型PWM整流器。该方法基于功率预测模型，在固定时间间隔内以满足功率误差最小为原则来选择电压矢量，从而完成直接功率控制的定频控制。借助于空间矢量调制原理实现开关状态的选择，简化了预测直接功率控制的实现过程。为了消除控制延时引起的功率误差，控制系统设计了控制延时补偿方案。2 kW样机的实验结果显示，与传统相电压定向控制相比，预测直接功率控制具有更快的功率响应。另外，对控制延时的补偿显著提高了系统的动态性能。

关键词： PWM整流器 直接功率控制 预测控制 控制延时补偿 空间矢量调制

Predictive Direct Power Control for Three-phase Voltage Source PWM Rectifiers

YANG Xingwu, JIANG Jianguo

Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University

Abstract:

Predictive direct power control (P-DPC) applied to voltage source pulse-width-modulation (PWM) rectifier was introduced in this paper. Based on the model of power prediction, voltage vectors were selected according to minimizing power errors in a fixed time interval, which results in a constant switching frequency control for P-DPC. It simplifies the implementation of P-DPC procedure by selecting switching states based on the principle of space vector modulation (SVM). In order to eliminate power errors caused by control delay, a detailed control delay compensation scheme was designed. Experimental results based on a 2kW prototype were presented, which showing that P-DPC has a faster power response compared to standard voltage-oriented-control (VOC) techniques. Besides, the dynamic performance of the system is also improved significantly by control delay compensation.

Keywords: PWM rectifier direct power control (DPC) predictive control control delay compensation space vector modulation (SVM)

收稿日期 2010-04-09 修回日期 2010-05-20 网络版发布日期 2011-01-28

DOI:

基金项目:

国家重点基础研究发展计划项目(973计划)(2005CB221505)。

通讯作者: 杨兴武

作者简介:

作者Email: yangxingwu2008@163.com

参考文献：

[1] 伍小杰，罗悦华，乔树通．三相电压型PWM 整流器控制技术综述[J]. 电工技术学报[J].2005, 20 (12) :7-11.
Wu Xiaojie，Luo Yuehua，Qiao Shutong．A control technical summary of three-phase voltage-source PWM rectifiers [J]. Transactions of China Electrotechnical Society，2005，20(12) :7-11.
[2] P Cortés，M P Kazmierkowski，R M Kennel，D E Quevedo and J Rodríguez．Predictive Control in Power Electronics and Drives [J]．IEEE Trans on Industrial Electronics，2008，55(12)：4312-4323.
[3] R Kennel and A Linder．Predictive control of inverter supplied electrical drives[C]． Proc. Conf. Record Power Electronics Specialists，Galway，Ireland.
[4] Aurtenechea S，Rodríguez M A，Oyarbide E，Torrealday J R．Predictive direct power control-A new control strategy for dc/ac converters[C]．Proc. IEEE IECON，Paris，France.

[5] Vazquez S， Sanchez J A， Carrasco J M， Leon J I， Galvan E．A model-based direct power control for three-phase power converters [J]．IEEE Trans on Industrial Electronics，2008，55(4)：1647-1657．
[6] D Zhi，L Xu，and B W Williams．Model-Based Predictive Direct Power Control of Doubly Fed Induction Generators[J]． IEEE Trans on Power Electronics，2010，25(2)：341-351．
[7] P Cortés, J Rodríguez, P Antoniewicz, and M Kazmierkowski, Direct Power Control of an AFE Using Predictive Control[J]． IEEE Trans on Power Electronics，2008，23(5)：2516-2523．
[8] 李玉玲，鲍建宇，张仲超．基于模型预测控制的单位功率因数电流型PWM整流器 [J]．中国电机工程学报，2006，26(19)：60-64．
LI Yu-ling，BAO Jian-yu，ZHANG Zhong-chao．Unity Power Factor Current Source PWM Rectifier Based on Model Predictive Control [J]．Proceedings of the CSEE， 2006，26(19)：60-64 (in Chinese) ．
[9] J Rodriguez，P Cortes，R Kennel，M P Kazmierkowski．Model Predictive Control － A Simple and Powerful Method to Control Power Converters[C]．IEEE 6th International Power Electronics and Motion Control Conference，Wu han，China．
[10] J Rodríguez，J Pontt，C A Silva，et al． Predictive Current Control of a Voltage Source Invertes [J]．IEEE Trans on Industrial Electronics，2007，54(1)：495-503．
[11] Noguchi T，Tomiki H，Kondo S，Takahashi I．Direct power control of PWM converter without power-source voltage sensors [J]．IEEE Trans on Industrial Applictions，1998，34(3)：473-479．
[12] 王久和，李华德，王立明．电压型PWM整流器直接功率控制系统[J]．中国电机工程学报，2006，26(18)：54-60．
Wang Jiuhe，Li Huade，Wang Liming．Direct Power Control System of Three Phase Boost Type PWM Rectifiers [J]．Proceedings of the CSEE，2006，26(18)：54-60(in Chinese)．
[13] Baktash A，Vahedi A．Sensorless direct power control of current source rectifier based on virtual flux[C]．Mediterranean Conference on Control and Automation Congress Centre，Ajaccio，France．
[14] Malinowski M，Jasinski M，Kazmierkowski M P．Simple direct power control of three-phase PWM rectifier using space-vector modulation [J]. IEEE Trans on Industrial Electronics，2004，51(2)：447-454．
[15] J Weigold and M Braun．Predictive Current Control Using Identification of Current Ripple[J]．IEEE Trans on Industrial Electronics，2008，55(12)：4346-4353．
[16] A M Trzynadlowski and S Legowski． Minimum-Loss Vector PWM Strategy for Three-phase Inverters[J]．IEEE Trans on Power Electronics，1994，9(1)：26-34．
[17] B H Kwon, J H Youm, J W Lim．A line-voltage-sensorless synchronous rectifier[J]．IEEE Trans on Power Electronics,1999, 14(5): 966－972．

本刊中的类似文章

1．姜卫东 王群京 史晓锋 陈权.中点箝位型三电平逆变器在空间矢量调制时中点电位的低频振荡[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(3): 49-55
2．林平 韦鲲 张仲超.新型无刷直流电机换相转矩脉动的抑制控制方法[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(3): 153-158
3．李和明 李亚斌 彭咏龙.基于FPGA的三相电流型PWM整流器过调制策略的研究[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(22): 94-100
4．朱玉璧 程相利 陶新建 李琢 王志军.智能控制在锅炉燃烧优化中的应用[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(11): 82-86
5．王久和 黄立培 杨秀媛.三相电压型PWM整流器的无源性功率控制[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(21): 20-25
6．李勇 胡育文 陈光辉 黄文新 邱景峰 张勇 刘陵顺.基于直接功率控制的定子双绕组感应发电机系统电压调节技术[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(26): 111-117
7．高志刚 李建林 赵斌 许洪华.基于简化决策树的SVM逆变技术研究[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(33): 93-97
8．宋强 刘文华.多电平通用空间矢量调制集成电路及其FPGA实现[J]. 中国电机工程学报, 2008,28(12): 95-100
9．朱琰 佘焱 姜建国.基于对称电压矢量组的直接转矩控制[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(23): 139-144
10．陈耀军 钟炎平.基于合成矢量的电压型PWM整流器电流控制研究[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(2): 143-148
11．粟梅 肖鹏 孙尧.随机脉冲位置PWM及其在矩阵变换器中的实现[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(6): 105-110
12．杨喜军 叶芃生 蔡文 龚幼民.矩阵整流器开关函数算法与电流空间矢量调制算法的研究[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(24): 43-49
13．朱红霞 沈炯 丁轲轲.单元机组负荷非线性预测控制及其仿真研究[J]. 中国电机工程学报, 2006,26(23): 72-77
14．李君 李毓洲.无速度传感器永磁同步电机的SVM-DTC控制[J]. 中国电机工程学报, 2007,27(3): 28-34
15．姜卫东 杜少武 史晓锋 鲍晓华.中点箝位型三电平逆变器空间矢量与虚拟空间矢量的混合调制方法[J]. 中国电机工程学报, 2009,29(18): 47-53