

無刷永磁電機功率控制在健身車之應用

Power Control of Brushless Permanent-Magnet Electric

Machinery for Exercise Bikes

摘要

電機機械(electric machinery, 簡稱電機)是把機械能與電能作互相轉換的裝置(device)。當這種裝置用來把機械能轉換成電能時, 稱為發電機(generator); 用來把電能轉換成機械能時, 則稱為馬達(motor)。學理上, 發電機和馬達都是經由電場和磁場的交互作用來達成能量的轉換。本文探討無刷永磁電機在發電機和馬達兩種模式下的操作原理, 並提出一發電機與馬達模式共存的系統架構。文中特別針對發電機模式的動態模型, 作詳細的分析與推導。同時, 發展一數位式的控制架構, 使發電機輸出具定功率、定轉矩的動力特性。在健身車應用上, 當發電機對蓄電池充電時, 系統即對使用者產生一制動阻力, 然後經由控制可調節出適當的阻力, 以符合使用者於運動時所設定的負載需求。

本文首先探討轉矩、轉速四象限的電機操作模式, 接著針對發電機模式下, 電能回充的升壓電路(boost)做理論說明, 並推導系統的數學模型。最後, 根據健身車使用者的操控需求, 來設計控制架構以達成預期的系統動力特性。在實作上, 實驗機台以 TMS320C240 數位訊號處理器(DSP)為控制核心。在發電機模式下, 負載端為蓄電池, 電機由一同步馬達作為原動機(prime mover)帶動而輸出電功率, 並對蓄電池進行電能回充。應用在健身車上, 系統依使用者需求, 由控制器計算和送出功率開關工作週期(duty cycle)與開關時序的控制訊號, 以達成電機定功率、定轉矩的動力輸出特性。最後, 以實驗結果驗證所提概念與理論的可行性與實用性。