

輪轂馬達之騎乘平台架設與驅動控制實驗 (DC Motor Riding Control System)

指導教授：蔣欣翰 博士、徐國政 博士

學生：仇清駿、戴仲瑜、蔡哲愷

輔仁大學 電機工程學系 大學部專題生



摘要

無刷直流馬達，具有以下優點：較有刷馬達來的節省空間，傳動簡單化、控制系統簡化以及驅動系統較有刷馬達來的有效率，故近年來電動車都是採用其做為輪轂馬達。

專題中使用 Matlab/Simulink 軟體來開發驅動控制系統，配合電子油門與控制箱來控制輪轂馬達轉速，透過 Simulink 進行穩定的轉速追蹤與控制效果，並藉由程式換算將輪轂馬達轉速轉換為時速，透過 PCLD 資料擷取卡，轉換為電壓訊號後，顯示時速於騎乘平台之儀表板。

平台架構

Riding Control Platform:轉動電子油門轉動，油門內的可變電阻會將工作電壓改變後，輸出至PCLD資料擷取卡中轉換為數位訊號，PCLD在導入電腦Simulink做為改變輪轂馬達轉速的依據

Rectifier/Driver/Inverter:也稱為變頻驅動器或驅動控制器，主要功能為同時控制輸出交流電壓大小與頻率。主要分成兩個部分，控制部分及電力驅動部分。電力的轉換方式是先將三項電源經整流後形成直流電壓跨於主電路電容器上，在藉控制部分送出的六個開極控制訊號，藉由切換技術或是脈波寬度調整原理，將直流電源轉換為電源電壓與頻率均為可控制的交流電源，藉此改變電動機轉速

In-Wheel Motor Platform:直流無刷馬達內部轉子為永久磁鐵，欲使轉子轉動須利用定子繞組線圈輸入電流造成磁場改變，一個二極三相直流無刷馬達如下圖所示其定子繞組成120度分布，由三相變頻器提供定子繞組電流

結論

電動車絕對是未來車輛發展的趨勢，無刷直流馬達優點筆友刷馬達來的許多，例如高效率、高效能。業界為了解決生產的成本，建立重量輕且更有效率的車用電力傳動系統，所以只用可以直接安裝在車輪裡面的高轉矩低轉速的直流無刷馬達。

增加電子油門與騎乘平台是為了模擬騎乘時的真實性，而優化PID是為了讓騎乘控制平台的統更趨於理想的值。

本次專題我學到：原來真正實驗沒有像實驗課那樣簡單，會遇到很多沒有想到的障礙，像是過電流的問題。理想跟實際總是會有那一點落差。

也特別感謝蔣欣翰老師以及呂學儒學長、潘彥瑋學長的耐心教導，我們才能順利完成此次的專題研究報告

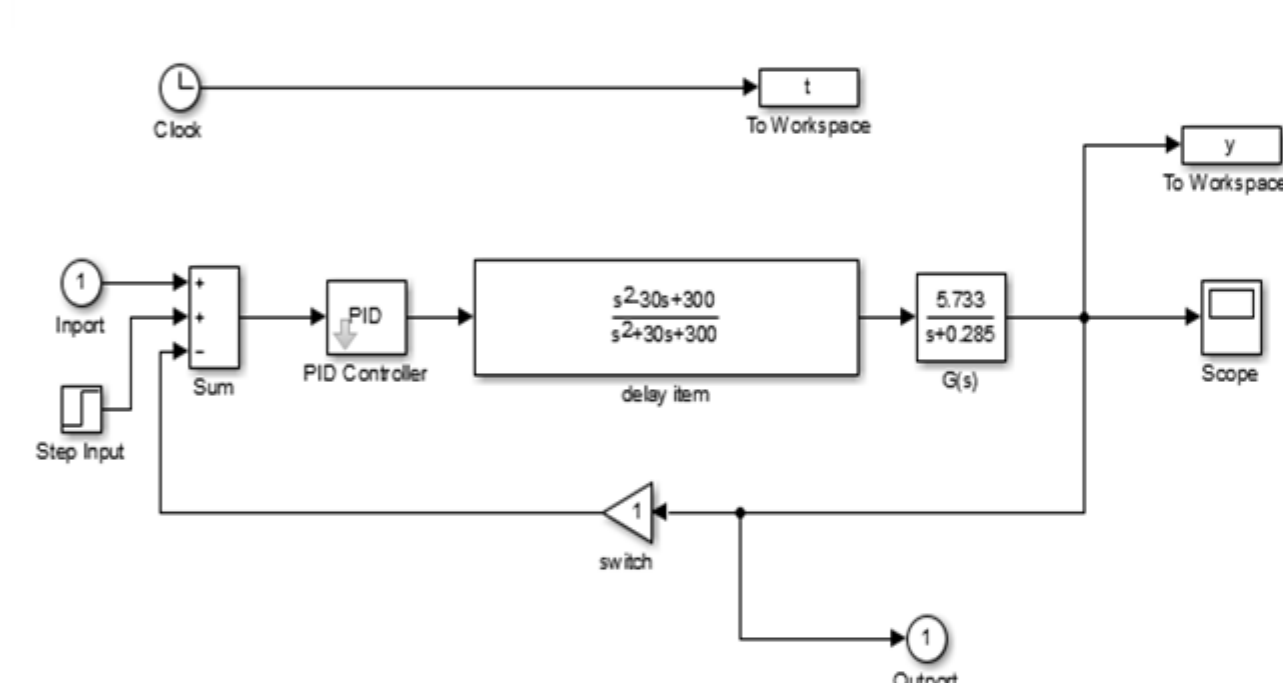
PID 優化

利用PID控制原理過進行參數調整以獲得最佳響應，其中PID控制器的轉移函數為：

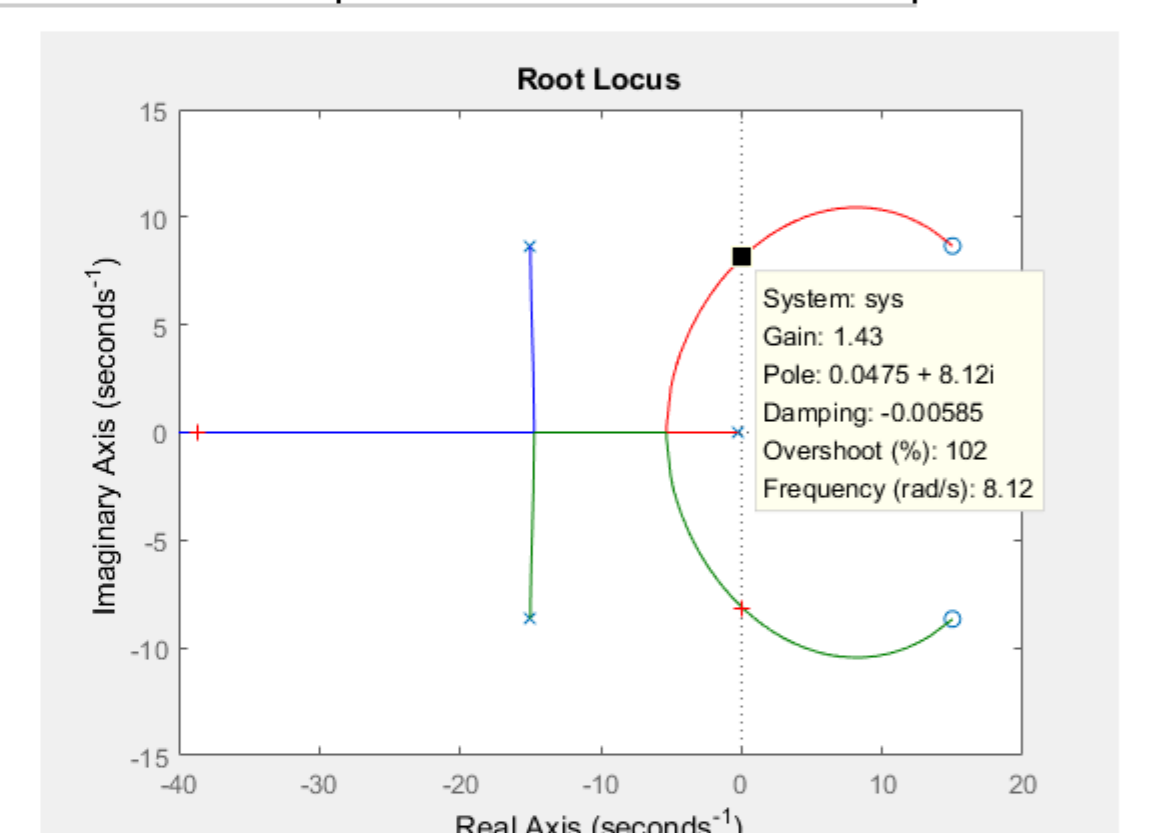
$$G_c(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$$

在Simulink的系統下建構輪轂馬達控制系統模型(圖九)，利用(圖八)公式及參考式，在Matlab的開發環境下撰寫出Ziegler與Nichols調整法則程式，畫出模型的根軌跡圖求出與虛軸交點(圖十)的增益值與極點位置，得到 K_p 、 T_i 、 T_d 的參數值以輸入PID控制器，觀察的輸出響應曲線(圖十一)。

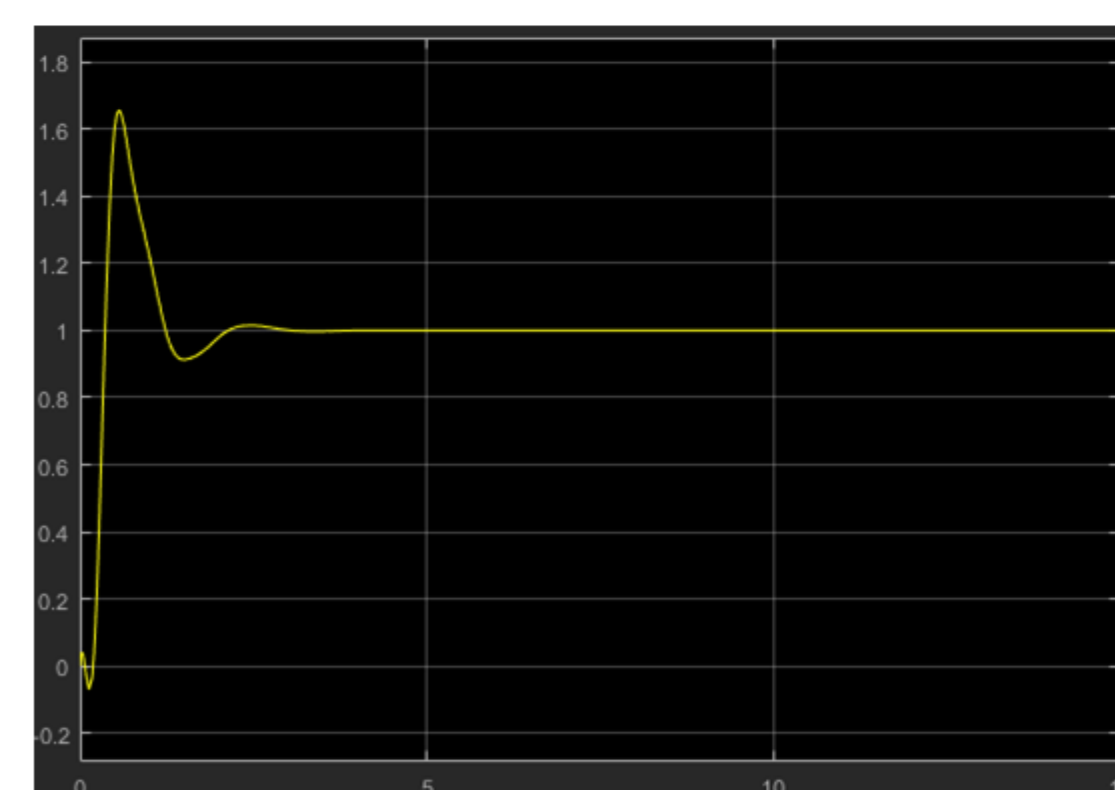
控制器類型	P	Ti	Td
P	$0.5K_{cp}$	∞	0
PI	$0.45K_{cp}$	$T_{cp}/1.2$	0
PID	$0.60K_{cp}$	$0.5T_{cp}$	$T_{cp}/8$



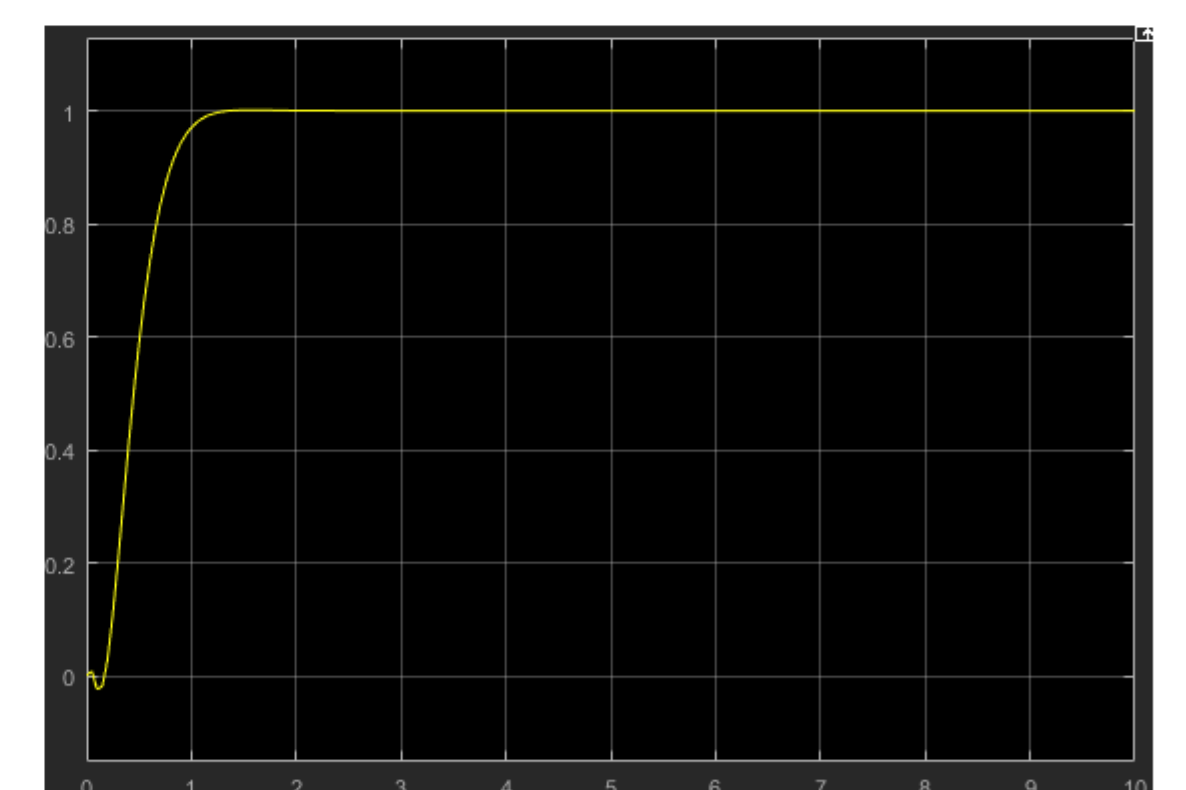
圖九、在Simulink建構輪轂馬達控制系統模型



圖十、根軌跡圖求出與虛軸交點



圖十一、PID控制器輸出響應曲線



圖十二、PI控制器輸出響應曲線

由圖十一可知，Ziegler與Nichols調整法則並不能得到很滿意的答案，此法則提供一種有經驗的猜測，並對更精確的調整PID參數提供一個好的開始。考慮比例-積分控制，PI控制器的轉移函數為 $G_c(s) = K_p + \frac{K_i}{s}$ ，PI控制器會產生一個 $s=-(k_i/k_p)$ 零點及一個 $s=0$ 極點，設計控制器的零點靠近受控器的極點，產生抵銷受控體的極點作用，觀察的輸出響應曲線。



2017 輔仁大學電機工程學系
大學部專題成果展

