高效能電動動力系統軟切換技術發展

Soft-Switching Technology Development for High Performance Electric Propulsion System

石亞文
工研院機械所
智慧車輛技術組
電動動力與控制部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 電動化車輛 Electrical Vehicle
- 高性能馬達驅控器 High Performance Motor Inverter
- 軟切換開關技術 Soft-Switching technology

摘要(Abstract)

本文主要為工研院與維吉尼亞理工學院共同針對電動化車輛之電動動力系統性能的提昇而進行 Soft-Switching 與相關控制策略應用之技術發展合作。本研究中將進行 Soft-Switching 驅動控制器之硬體電路分析及設計；其中包含功率元件之規格效能驗證，再來即導入 Adaptive Timing 控制技術以達 Soft-Switching 幾乎零功率損失切換之功效。最後，再利用 Advanced Control 技術配合電感性負載及電動動力馬達進行驗證，以達成電動動力驅動控制器最高性能 99 %及全域高效能之目標。如此，全域超高效能之馬達驅動控制器將可有效的提昇電動動力系統之整體效能，以達電動車輛能耗的降低及續航里程的延長，並可對應到將來電動化車輛(EV or xEV)系統的應用。

This research is completed by the collaboration between ITRI and Virginia Tech. in USA. The article is focus on the electric propulsion system performance enhancement by Soft-Switching development and control strategy application in electrical vehicle. The research describes how to design the Soft-Switching inverter circuit, it's including the power module performance

verification, and then we develop the adaptive timing control technology to achieve almost zero switching power loss.

Finally, we develop the advanced control technology to verify the highest performance 99% and wide-range high performance target by the inductance load and electric motor. So, the ultra-high performance motor inverter will be able to effectively improve the overall performance of the electric propulsion system in order to achieve the energy consumption reduction of electric vehicles and extend the driving range and corresponding to electrical vehicle (EV or xEV) system applications in the future.

1. 前言

爲了下一次代電動車輛(EV/xEV)廣泛的應用，電動動力關鍵零組件將以提昇系統的低速高扭力、中高速高功率、運轉轉速延伸及寬域高效率爲目的來進行技術發展；其中一種利用軟切換技術(Soft-Switching Technology)配合可變時序控制技術(Variable Timing Control)則可有效的消除功率元件切換損失，降低系統功率損失，以提昇系統於高頻切換操作的效能及車輛應用之高溫操作能力。

另外針對馬達驅動控制系統來說，溫度的變化將主要影響驅動控制系統的效能及可靠度；尤其是針對車輛的應用，對於外在的溫度及車輛動態操作所造成功率元件瞬間熱量累積的變化皆是系統設計考量的重點。甚至應用於搭配高熱環境引擎運作之混合動力車輛，更須加以考量。因爲以現行車用電子元件的最高操作溫度約爲 150 ℃來說，若是應用於混合動力車輛，則引擎冷卻系統溫度將會到達 105 ℃；反而言之，若引擎與驅動控制系統之冷卻系統爲非分離系統，則代表電子元件僅只有 45 ℃的溫昇條件；如此將容易造成電子元件的效能及可靠度問題。所以，除了進行系統配置的考量外，對於電子元件在熱耐受能力來說，若能減少元件熱量的損耗，則將可有效的提昇系統效能及元件應用可靠度，另外對於冷卻系統的配置亦可進行簡化。在此提出具前瞻技術應用之軟切換技術，以有效的消除元件因高頻切換所造成功率及熱的損耗。

以下章節將說明本研究的設計技術及測試驗證結果。首先針對軟切換及可變時時序控制技術進行說明；其中亦包含功率元件應用方法；再來即進行軟切換驅動控制器之模組測試研究；最後，再針對此軟切換驅動控制器系統進行效能分析及測試驗證[1]。

2. 軟切換開關馬達驅動控制器技術

此章節中，將先說明功率元件特性的應用及分析驗證，接著再針對軟切換開關的應用及可變時序控制技術進行說明，並將藉由模擬電路分析，進行開關電壓及電流之變化時序及影響探討。

2.1 軟切換開關應用之功率元件特性分析

在高溫條件下，不同的功率元件(IGBT/MOSFET)其導通和切換開關的特性皆有所

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】361 期・102 年 3 月號

每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw