

全自動咖啡機之擠壓元件馬達驅動器研製

設計一具輸入 230VAC 輸出 18.5VDC 開關電源取代咖啡機原整流濾波電路，驅動內部擠壓元件中直流馬達，如圖 1 所示馬達運轉帶動齒輪，將活塞向下移動擠壓咖啡粉。圖 2 為 MCU 馬達控制流程圖，第一次擠壓將咖啡粉壓密，使熱水流過時能夠完全萃取咖啡風味，第二次擠壓則將殘留的水分瀝出，由於擠壓瞬間馬達接近堵轉狀態而輸出電流急增，根據規格要求驅動器輸出必須維持在 4.5A，使活塞有足夠的力矩擠壓咖啡粉。圖 3 為工作流程圖，測量馬達在原電路上的輸出特性作為參考計算電路元件規格，利用公司現有產品中之零件設計電路，並使用模擬軟體進行分析，最後實作電路接至咖啡機測試。

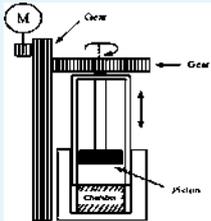


圖 1、擠壓元件結構圖

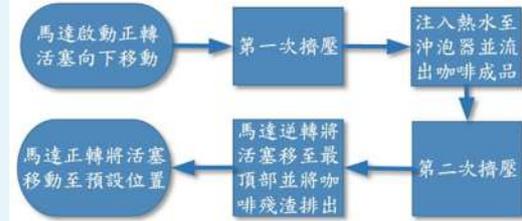


圖 2、MCU 馬達控制流程圖

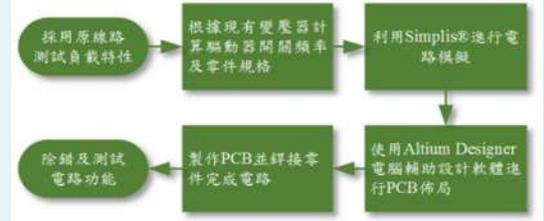


圖 3、工作流程圖

一、電路設計

圖 4 為使用 Altium Designer® 軟體設計之電路圖，此驅動器採用 Flyback 架構，電源 IC 為德州儀器 UCC3804，其特色為耗電低、週邊元件少，可利用電流模式控制輸出功率，並利用光耦合器作回授電路將輸入與輸出端隔離。由於馬達在擠壓期間接近堵轉狀態，輸出功率瞬間上升，因此驅動器必須在運轉及擠壓兩種不同的負載條件下正常工作。

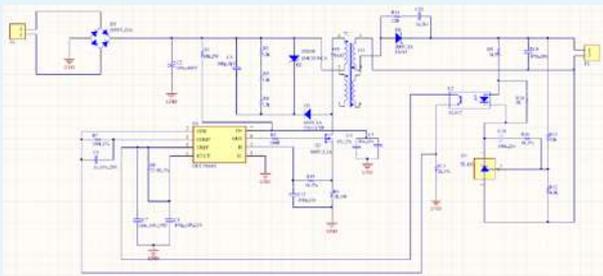


圖 4、馬達驅動器電路圖

二、PCB 佈局

圖 5 為馬達驅動器之 PCB 佈線圖，設計開關電路必須注意高頻脈衝電流的路徑。在 MOSFET 開關期間中，某些走線上的電流會瞬間停止，而有另一些的走線同時有電流瞬間通過。當每個開關轉換瞬間，這些走線都會產生很高的 di/dt。整個線路混雜著細小且不低的電壓尖峰，因此盡量縮小由高頻脈衝電流所包圍的面積。圖 6 為採用蝕刻方式製成之實品。

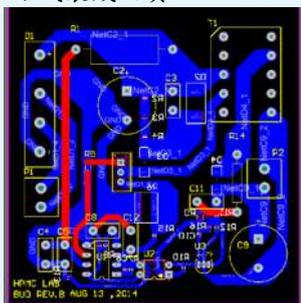


圖 5、PCB 佈線圖



圖 6、馬達驅動器實品圖

三、驅動器規格

輸入電壓：230VAC/50Hz

輸出電壓：18.5VDC(馬達運轉狀態)、12VDC(擠壓狀態)

輸出功率：30W(馬達運轉狀態)、54W(擠壓狀態)

開關頻率：60kHz

四、驅動器輸出波形分析

原電路為低頻變壓器配合整流濾波電路驅動直流馬達，無法像開關電源能夠穩定輸出電壓，因此在運轉期間輸出電壓降至 15VDC，根據直流馬達轉速公式可知，當電壓下降時，轉速減低則沖泡時間較長，圖 7 中馬達驅動器輸出電壓在一般運轉期間固定為 18.5VDC，因此沖泡時間經測量比原電路快約 3 秒。擠壓瞬間驅動器由定電壓進入定電流模式，負載上升使開關週期中 Duty 增加，一次側電流上升與驅動器輸出功率成正比，根據變壓器一二次側功率近似相等原則，馬達堵轉時電流上升，輸出電壓下降維持最大功率。圖 8 為原線路與驅動器在擠壓期間的輸出波形比較，明顯驅動器的輸出功率比原線路的穩定許多，且最大輸出功率可由一次側上之限流電阻調整，可依據負載需求作更改。

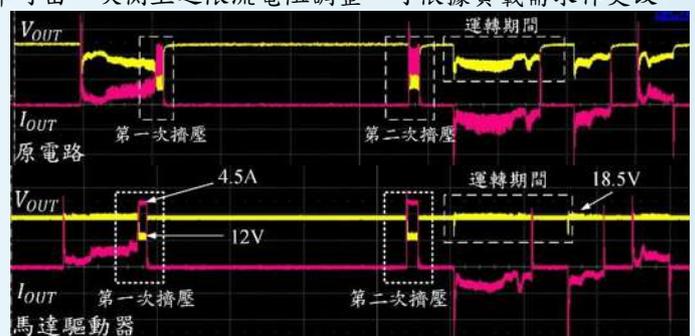


圖 7、馬達驅動器與原電路輸出波形圖

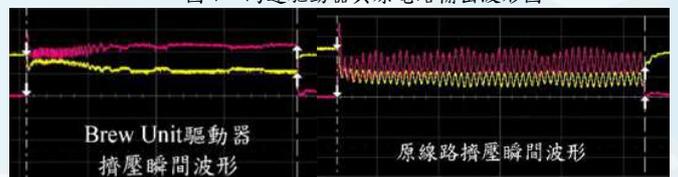


圖 8、馬達驅動器與原電路擠壓期間輸出波形圖

姓名：林俊孝
輔導老師：陳明宏

實習廠區：宇琦光電
實習單位：研發部門

實習期間：102/9/18 ~ 103/9/17
指導主管：高德燦