

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目 錄	III
圖目錄	V
表目錄	XI
第一章 緒 論	1
1.1 研究動機	1
1.2 文獻回顧	1
1.3 本論文之貢獻	3
1.4 本論文之內容概述	4
第二章 新型單相五階電流型直交流轉換器	5
2.1 前言	5
2.2 新型單相五階電流型直交流轉換器架構.....	5
2.3 新型單相五階電流型直交流轉換器工作原理.....	7
2.3.1 正弦脈波寬度調變方法.....	7
2.3.2 新型轉換器之工作原理.....	12
2.3.3 新型五階電流型轉換器之開關切換控制	25

2.4	新型五階系統開關信號改善方式	36
2.5	模擬結果	40
第三章	新型單相七階電流型直流轉換器	48
3.1	前言	48
3.2	新型單相七階電流型直交流轉換器架構.....	48
3.2.1	新型單相七階電流型直交流轉換器架構	48
3.2.2	新型單相七階電流型直交流轉換器工作原理	50
3.2.3	七階電流型轉換器之開關切換控制	63
3.3	$2n+1$ ($n \geq 4$) 階電流型直交流轉換器架構	74
3.4	模擬結果	79
第四章	實體電路製作與量測結果	84
4.1	前言	84
4.2	實體電路製作	84
4.2.1	電力電路.....	85
4.2.2	控制電路.....	85
4.3	實測結果	94
第五章	結 論	113
參考文獻	115

圖目錄

圖 1.1	參考文獻[1]所提出之單相五階電流型直交流轉換器	2
圖 1.2	參考文獻[4]所提出之單相五階電流型直交流轉換器	3
圖 2.1	新型單相五階電流型直交流轉換器之電路圖	6
圖 2.2	正弦脈波寬度調變技術分支圖[36].....	7
圖 2.3	多個載波脈波寬度調變技術[36] (a)反相分段配置技術 (b)分段配置技術 (c)分段反相配置技術 (d)合成技術 (e)相位移技術 (f)特級加強載波技術	9
圖 2.4	調變信號種類[36] (a)純正弦脈波寬度調變(PSPWM)技術 (b)三次諧波注入法之脈波寬度調變(THIPWM)技術 (c)死區脈波寬度調變(DBPWM)技術	11
圖 2.5	單相五階轉換器區間及單位正弦調變信號 M_s	16
圖 2.6	區間 1 輸出電流 i_o 高低階次變化之關係圖	16
圖 2.7	區間 2 輸出電流 i_o 高低階次變化之關係圖	16
圖 2.8	轉換器操作區間及單位正弦調變信號 M_s	18
圖 2.9	調變指數 M_i 與區間邊界相角值(ϕ)之關係[7]	20
圖 2.10	五階工作模式 1 電路圖	21
圖 2.11	五階工作模式 2 電路圖	21
圖 2.12	五階工作模式 3 電路圖	22
圖 2.13	五階工作模式 4 電路圖	23
圖 2.14	五階工作模式 6 電路圖	24
圖 2.15	五階工作模式 8 電路圖	24
圖 2.16	五階轉換器載波信號之分段配置(PD)技術	25
圖 2.17	正弦調變信號與四個載波比較後之切換信號	

(a) 切換信號 C_1 (b) 切換信號 C_2 (c) 切換信號 C_3	
(d) 切換信號 C_4	26
圖 2.18 五階轉換器一週期內六個開關合成信號 $K_1 \sim K_6$ 波形	29
圖 2.19 五階情況下開關 $S_1 \sim S_4$ 、 $S_{a1} \sim S_{a2}$ 及 $S_{b1} \sim S_{b2}$ 切換信號波形	
(a) 開關 S_1 切換信號波形 (b) 開關 S_2 切換信號波形	
(b) 開關 S_3 切換信號波形 (d) 開關 S_4 切換信號波形	
(e) 開關 S_a 切換信號波形 (f) 開關 S_b 切換信號波形	30
圖 2.20 三階轉換器一週期內四個開關合成信號波形	33
圖 2.21 三階情況下開關 $S_1 \sim S_4$ 、 $S_{a1} \sim S_{a2}$ 及 $S_{b1} \sim S_{b2}$ 切換信號波形	
(a) 開關 S_1 切換信號波形 (b) 開關 S_2 切換信號波形	
(b) 開關 S_3 切換信號波形 (d) 開關 S_4 切換信號波形	
(e) 開關 S_a 切換信號波形 (f) 開關 S_b 切換信號波形	33
圖 2.22 載波合成技術之合成信號 (a) 三角載波 (A_c) 信號	
(b) 可調振幅方波 (Square) 信號 (c) 位準調整信號 1	
(d) 位準調整信號 2	37
圖 2.23 載波合成技術之合成載波信號 (a) 合成載波 A_{sc1} 波形	
(b) 合成載波 A_{sc2} 波形	39
圖 2.24 調變指數 $M_i = 1$ 且調頻指數 $M_f = 50$ 之 (a) 輸入側電流 i_{in}	
(b) 正端輸入側電感電流 i_{1p} (c) 正端輸入側電感電流 i_{2p}	42
圖 2.25 調變指數 $M_i = 1$ 且調頻指數 $M_f = 50$ 之 (a) 輸入側電流 i_{in}	
(b) 開關電流 i_{Sa1} (c) 開關電流 i_{Sa2}	42
圖 2.26 五階電流波形型式下 (a) 輸出側電流 i_o (b) 輸出負載電流 i_R	
(c) 輸出側電壓 v_o	43
圖 2.27 三階電流波形型式下 (a) 輸出側電流 i_o (b) 輸出負載電流 i_R	

(c)輸出側電壓 v_o	43
圖 2.28 調頻指數 $M_f = 100$ 時之 (a)輸出側電流 i_o (b)輸出負載電流 i_R (c)輸出側電壓 v_o	44
圖 2.29 調頻指數 $M_f = 60$ 時之 (a)輸出側電流 i_o (b)輸出負載電流 i_R (c)輸出側電壓 v_o	45
圖 2.30 調頻指數 $M_f = 25$ 時之 (a)輸出側電流 i_o (c)輸出負載電流 i_R (c)輸出側電壓 v_o	45
圖 2.31 參考調變信號為三角波型式時之 (a)輸出側電流 i_o (b)輸出負載電流 i_R (c)輸出側電壓 v_o (d)參考調變信號.....	46
圖 2.32 參考調變信號為合成型式時之 (a)輸出側電流 i_o (c)輸出負載電流 i_R (c)輸出側電壓 v_o (d)參考調變信號.....	46
圖 3.1 新型單相七階電流型直交流轉換器之電路圖	49
圖 3.2 單相七階轉換器區間及單位正弦調變信號 M_s	52
圖 3.3 區間 1 輸出電流 i_o 高低階次變化之關係圖	52
圖 3.4 區間 2 輸出電流 i_o 高低階次變化之關係圖	53
圖 3.5 區間 3 輸出電流 i_o 高低階次變化之關係圖	53
圖 3.6 調變指數 M_i 與區間邊界相角 ϕ 之關係	57
圖 3.7 七階工作模式 1 電路圖	58
圖 3.8 七階工作模式 2 電路圖	58
圖 3.9 七階工作模式 3 電路圖	59
圖 3.10 七階工作模式 4 電路圖	60
圖 3.11 七階工作模式 5 電路圖	60
圖 3.12 七階工作模式 6 電路圖	61

圖 3.13 七階工作模式 9 電路圖	62
圖 3.14 七階工作模式 12 電路圖	63
圖 3.15 七階轉換器載波信號之分段配置(PD)技術	64
圖 3.16 七階轉換器一週期內開關合成信號($K_1 \sim K_{10}$) 波形	66
圖 3.17 正弦調變信號與六個載波比較後之切換信號 (a)切換信號 C_1 (b)切換信號 C_2 (c)切換信號 C_3 (d)切換信號 C_4 (e)切換信號 C_5 (f)切換信號 C_6	66
圖 3.18 七階情況下開關 $S_1 \sim S_6$ 、 $S_{a1} \sim S_{a3}$ 及 $S_{b1} \sim S_{b3}$ 切換信號波形 (a)開關 S_1 切換信號波形 (b)開關 S_2 切換信號波形 (b)開關 S_3 切換信號波形 (d)開關 S_4 切換信號波形 (d)開關 S_5 切換信號波形 (f)開關 S_6 切換信號波形 (g)開關 S_a 切換信號波形 (h)開關 S_b 切換信號波形.....	70
圖 3.19 新型 $2n+1$ 階電流型直交流轉換器電路架構.....	74
圖 3.20 單相 $2n+1$ 階區間與區間邊界變換相角圖	76
圖 3.21 $2n+1$ 階轉換器一週期內 $4n-2$ 個開關合成信號 $K_1 \sim K_{4n-2}$...	78
圖 3.22 擴展至三相系統之五階電流型直交流轉換器架構.....	80
圖 3.23 七階電流型轉換器之 (a)輸出側電流 i_o (b)輸出負載電流 i_R (c)輸出側電壓 v_o	81
圖 3.24 九階電流型轉換器之 (a)輸出側電流 i_o (b)輸出負載電流 i_R (c)輸出側電壓 v_o	82
圖 3.25 七階電流型轉換器之參考調變信號為三角波型式時之 (a)輸出側電流 i_o (b)輸出負載電流 i_R (c)輸出側電壓 v_o (d)參考調變信號.....	82
圖 3.26 九階電流型轉換器之參考調變信號為三角波型式時之 (a)輸出側電流 i_o (b)輸出負載電流 i_R	

(c)輸出側電壓 v_o (d)參考調變信號.....	83
圖 4.1 單相五階電流型直交流轉換器系統方塊圖	86
圖 4.2 三角波產生電路 (a)可變頻率三角波產生電路	
(b)可調振幅三角波產生電路.....	87
圖 4.3 電源鎖相迴路電路 (a)電源頻率產生電路	
(b)數位鎖相迴路電路 (c)單位弦波產生電路	88
圖 4.4 載波合成電路 (a)可調振幅方波信號電路	
(b)合成載波信號 A_{sc1} 電路 (c)合成載波信號 A_{sc2} 電路.....	90
圖 4.5 開關訊號產生電路 (a)脈波寬度信號 pwm_1 產生器	
(b)脈波寬度信號 pwm_2 產生器	
(c)脈波寬度信號 pwm_3 產生器	91
圖 4.6 隔離驅動電路 (a)功率開關 S_1 及 S_2 互鎖隔離驅動電路	
(b)功率開關 S_3 及 S_4 互鎖隔離驅動電路	
(c)功率開關 S_a 及 S_b 互鎖隔離驅動電路.....	93
圖 4.7 新型單相五階電流型直交流轉換器之硬體電路雛形	96
圖 4.8 正弦調變信號 M_s 與合成載波 A_{sc1} 之實測波形.....	96
圖 4.9 正弦調變信號 M_s 與合成載波 A_{sc2} 之實測波形	97
圖 4.10 輸入側電流 i_{in} 之實測波形.....	97
圖 4.11 輸入側電流 i_{1p} 之實測波形	98
圖 4.12 輸入側電流 i_{2p} 之實測波形	98
圖 4.13 輸出電流 i_o 之實測波形	99
圖 4.14 輸出負載電流 i_R 之實測波形.....	99
圖 4.15 輸出電壓 v_o 之實測波形	100
圖 4.16 三階電流型式下輸出電流 i_o 之實測波形	101
圖 4.17 三階電流型式下輸出負載電流 i_R 之實測波形	101

圖 4.18 三階電流型式下輸出電壓 v_o 之實測波形	102
圖 4.19 調頻指數 $M_f = 60$ 時，輸出電流 i_o 之實測波形	103
圖 4.20 調頻指數 $M_f = 60$ 時，輸出負載電流 i_R 之實測波形	103
圖 4.21 調頻指數 $M_f = 60$ 時，輸出電壓 v_o 之實測波形	104
圖 4.22 調頻指數 $M_f = 25$ 時，輸出電流 i_o 之實測波形	104
圖 4.23 調頻指數 $M_f = 25$ 時，輸出負載電流 i_R 之實測波形	105
圖 4.24 調頻指數 $M_f = 25$ 時，輸出電壓 v_o 之實測波形	105
圖 4.25 三角波調變信號 M_{st} 與合成載波 A_{sc1} 之實測波形	107
圖 4.26 三角波調變信號 M_{st} 與合成載波 A_{sc2} 之實測波形	107
圖 4.27 調頻指數 $M_f = 50$ 時，輸出電流 i_o 之實測波形	108
圖 4.28 調頻指數 $M_f = 50$ 時，輸出負載電流 i_R 之實測波形	108
圖 4.29 調頻指數 $M_f = 50$ 時，輸出電壓 v_o 之實測波形	109
圖 4.30 調頻指數 $M_f = 60$ 時，輸出電流 i_o 之實測波形	109
圖 4.31 調頻指數 $M_f = 60$ 時，輸出負載電流 i_R 之實測波形	110
圖 4.32 調頻指數 $M_f = 60$ 時，輸出電壓 v_o 之實測波形	110
圖 4.33 調頻指數 $M_f = 25$ 時，輸出電流 i_o 之實測波形	111
圖 4.34 調頻指數 $M_f = 25$ 時，輸出負載電流 i_R 之實測波形	111
圖 4.35 調頻指數 $M_f = 25$ 時，輸出電壓 v_o 之實測波形	112

表目錄

表 2.1	多個載波脈波寬度調變技術分類	8
表 2.2	在各區間輸出電流(i_o)之高低階變化狀態	19
表 2.3	輸出電流 i_o 階次與轉換器功率開關 $S_1 \sim S_4$ 、 $S_{a1} \sim S_{a2}$ 及 $S_{b1} \sim S_{b2}$ 切換關係表	19
表 3.1	七階轉換器之區間與輸出電流(i_o)高低階變化狀態關係 表	53
表 3.2	不同輸出電流 i_o 階次與轉換器開關 $S_1 \sim S_6$ 、 $S_{a1} \sim S_{a3}$ 及 $S_{b1} \sim S_{b3}$ 切換關係表	54
表 3.3	各區間(Interval)邊界相角值 ϕ 範圍	77
表 3.4	多階轉換器之區間與輸出電流高低階次變化狀態之關係 ..	78
表 4.1	三、五階型式下之實測電流總諧波失真度	101
表 4.2	不同調頻指數 M_f 與實際負載電流總諧波失真值	106