

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 工程學科(一)科

052321

智慧節能水電梯系統

學校名稱：國立曾文高級農工職業學校

作者： 職三 李漢華 職三 田泰祥 職三 汪哲勤	指導老師： 陳冠良 江政樵
---	-----------------------------

關鍵詞：智慧節能、智慧感測、PLC 與人機介面

壹、摘要

本科展以傳統電梯為基礎，提出一套智慧節能水電梯系統，此系統分為三大部份，為智慧節能、智慧感測、智慧監控。此電梯智慧節能功能，是將電梯原固定配重之配重箱，改良為可調節重量之配重箱，當載重箱發生變化(人數變化)，此時系統會依據目前電梯配重箱現況，利用配重水調整配重箱重量，達到載重箱與配重箱的平衡，即可達到電梯運行功率消耗最小化的節能目的，另外在智慧感測方面也增設火災感測器、煙霧感測器、地震感測器、過載保護裝置來使電梯防止天災和人員疏失。智慧監控的部分，由 PLC 結合人機畫面和遠端監控系統與智慧電表，此功能可以讓電梯的整體資訊讓維修人員更方便了解電梯的狀況，與蒐集電梯的相關資訊，達到整個系統整合的目的。

貳、研究動機

我們曾經看過一則新聞報導，裡頭寫著：「孤單時，別搭電梯下樓」。新聞裡頭主要說明，一個人搭電梯下樓，居然比一個人搭電梯上樓還要浪費電能，原因就在於電梯配重，依報導中專業的電梯維修人員說法，在一般大樓的電梯系統裡，會有一個類似鉛垂的對重系統在電梯塔內，以維持電梯重量的平衡；對重系統本身要比無人的電梯箱重，且兩者大約會在電梯載重量達45%的時候，於重量上達成平衡。也就是說，當一個人搭電梯從一樓上樓時，由於對重系統比電梯重，因此只要靠著重力及滾輪，不用耗太多電就能把電梯給升上去。相反地，如果只有一個人搭電梯下樓時，因為電梯本身不夠重，牽引馬達就得啟動把對重系統給拉起，當然就會使用較多的電。因此我們對於電梯是否可以節能，產生很大的研究興趣，於是著手開始收集資料，在研究的過程中，也在新聞上看到許多天災與人員疏失造成的電梯意外，我們團隊也朝這個方面去思考，是否能有一個能「節能」和「防災」的具有「智慧」的電梯，於是開始了我們製作與研究此題目的方向與目標。

表 1：傳統電梯與智慧節能水電梯的比較

	範例照片	優點	缺點
傳統電梯		<ol style="list-style-type: none"> 1.成本低 2.構造簡單 3.執行速度快 	<ol style="list-style-type: none"> 1.不可以改變配重 2.電梯消耗功率大 3.維修人員無法及時得知電梯狀況。 4.無法智慧防災。 5.無法預防保養。
智慧節能水電梯		<ol style="list-style-type: none"> 1.可以改變配重箱重量，以達到智慧節能。 2.可以透過遠端監控電梯狀態。 3.透過智慧感測，感測地震及火災的發生，並顯示在人機與手機上，來警告乘客和電梯維修人員 4.運轉時，帶動發電機模組發電，來達到能源再利用的效果。 5.器具預防保養功能，能在器具維修前提醒維修人員來維修，避免器具老化發生意外。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.成本高 2.配重需要時間 3.樓層過高時，需要設中繼站

叁、研究目的

在高樓大廈林立的都會區，電梯似乎是每天不得不依賴的電器，而根據台達內湖總部機電工程師的預估，大樓一天花在電梯耗電量，大約就要九十度電。在能源越來越枯竭的時代，節能變成是一種全民運動，在研究的過程中，發現電梯的用電在一般企業的辦公大樓與飯店，電梯用電量佔總用電量的17%左右，僅次於冷氣空調的用電量，但遠高於照明、供水等的用電。以全中國的電梯為例，光是一年就要花掉三百億度的電，約等同於八座台灣林口發電廠一年的發電量。這

些花費的電量，背後亦代表著二氧化碳之排放量。這些花費的電量，背後也代表著一千八百多萬噸的二氧化碳。若以樹木一生約吸收一噸的二氧化碳來估算，每年得多種一千八百多萬棵樹，才能吸收中國電梯所產生的二氧化碳。於是我們思考可否能讓電梯的工作更有「效率」與「節能」。因為台灣是個高度容易產生地震的國家，新聞報導中也常出現天災造成電梯發生事故的新聞，故設計此作品具有「智慧」，來防止災害到來的損失。

肆、研究設備及器材

一、研究設備與工具

表 2：研究設備及器材

		
一字、十字螺絲起子	剝線鉗、斜口鉗	手持式電鑽
		
鑽床	線鋸	錫槍、焊錫、吸錫器
		
單相感應電動機	光電開關	電源供應器

		
<p>三用電表</p>	<p>數位電表</p>	<p>液位感測器</p>
		
<p>三菱 PLC 3U 系列</p>	<p>PLC 4AD 模組</p>	<p>士林人機介面 EC200 系</p>
		
<p>普羅菲司人機介 GP-4301TM</p>	<p>電磁閥</p>	<p>EDEN 系列抽水馬達</p>
		
<p>達成系列抽水馬達</p>	<p>發電機模組</p>	<p>壓力感測器</p>
		
<p>火焰感測器</p>	<p>煙霧感測器</p>	<p>地震感測器</p>

二、研究使用材料

表 3：研究使用材料

項次	元件名稱	規格	項次	元件名稱	規格
1	壓克力板	30×21cm	20	運算放大器	LM324
2	木板	70×18cm	21	穩壓 IC	LM2575、7812
3	木板	25×21cm	22	二極體	1N4002
4	噴漆(銀)	400cc	23	發光二極體	紅色
5	IC	LM324	24	震動開關	SW-18010P 彈簧型
6	繼電器 (SSR)	RAS-1210	25	電晶體	9013
7	繼電器 (SSR)	RAS-0610	26	電磁閥 16mm	SENY DINE CIFA
8	PLC	FX3U-32MR	27	電磁閥 5mm	FA2F
9	AD 模組	AX2N-4AD	28	角鐵	70cm/20cm
12	MC 電磁接觸器	660V/15HP	29	壓力感測器	FSR400
11	水箱	5 L	30	端子台	2P
12	水箱	3 L	31	電子用端子台	2P
13	線槽	62cm	32	齒輪	6cm(直徑)
14	光電開關	A3R-1MX	33	電阻	100K Ω
15	抽水馬達(達成)	M101	34	電阻	10K Ω
16	抽水馬達(EDEN)	EDEN126	35	電阻	33K Ω
17	單相感應電動機	4IK25GN-C	36	液位感測器	PS-3S
18	啟動電容 1.5 μF	CBB61	37	水管	11mm(管徑)
19	鏈條	410×106L	38	鋁軌	62cm

伍、研究方法(過程)

一、研究步驟

本文研究步驟流程如圖 1，主要分為三大部分：智慧節能、智慧感測、智慧監控。智慧節能包含電梯控制平台與重量平衡系統，智慧感測包含火災感測器、煙霧感測器、地震感測器、過載保護裝置，智慧監控包含人機介面與 PLC 和智慧電表統合，與遠端監控系統 APP。

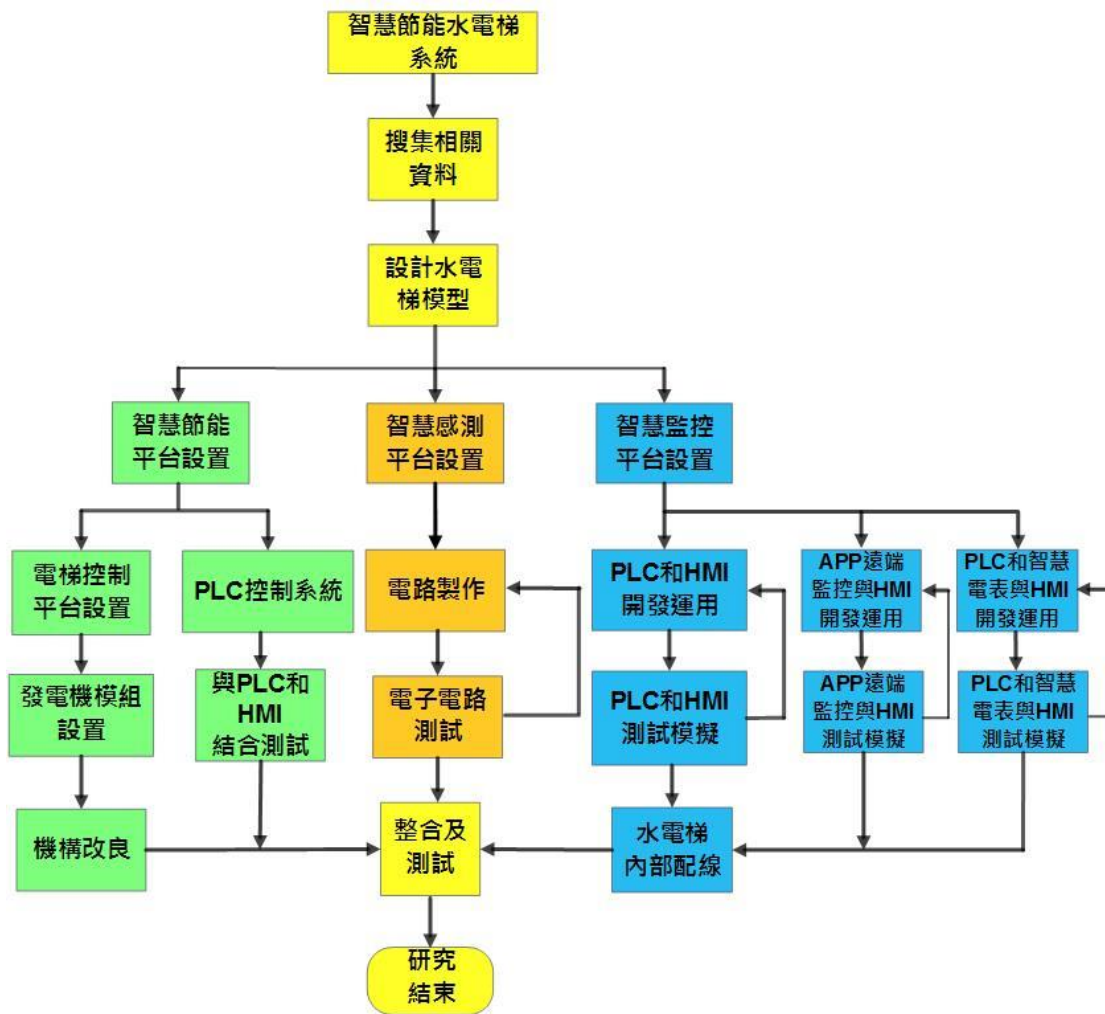


圖 1：研究步驟流程圖

二、成品概念流程圖



圖 2：成品概念流程圖

三、智慧節能

(一) 電梯控制平台

電梯控制平台的主要五大部分為電梯主硬體、電梯承載箱、上下配重水箱、控制單元、發電機模組。在我們初步規劃上，我們將電梯控制平台與PLC控制平台的相關位置，做了一個構想圖，整個成品的主架構，是利用角鐵組裝來完成初步的硬體結構，而硬體的左側與右側分別代表了電梯的承載箱與配重箱，其他相關設備，例如PLC主機、AD模組、輔助繼電器、電磁接觸器、發電機模組電路、地震感測器電路和火焰感測器以及煙霧感測器皆放在主體的中間部分。電梯底部也增設發電機模組來帶動發電。

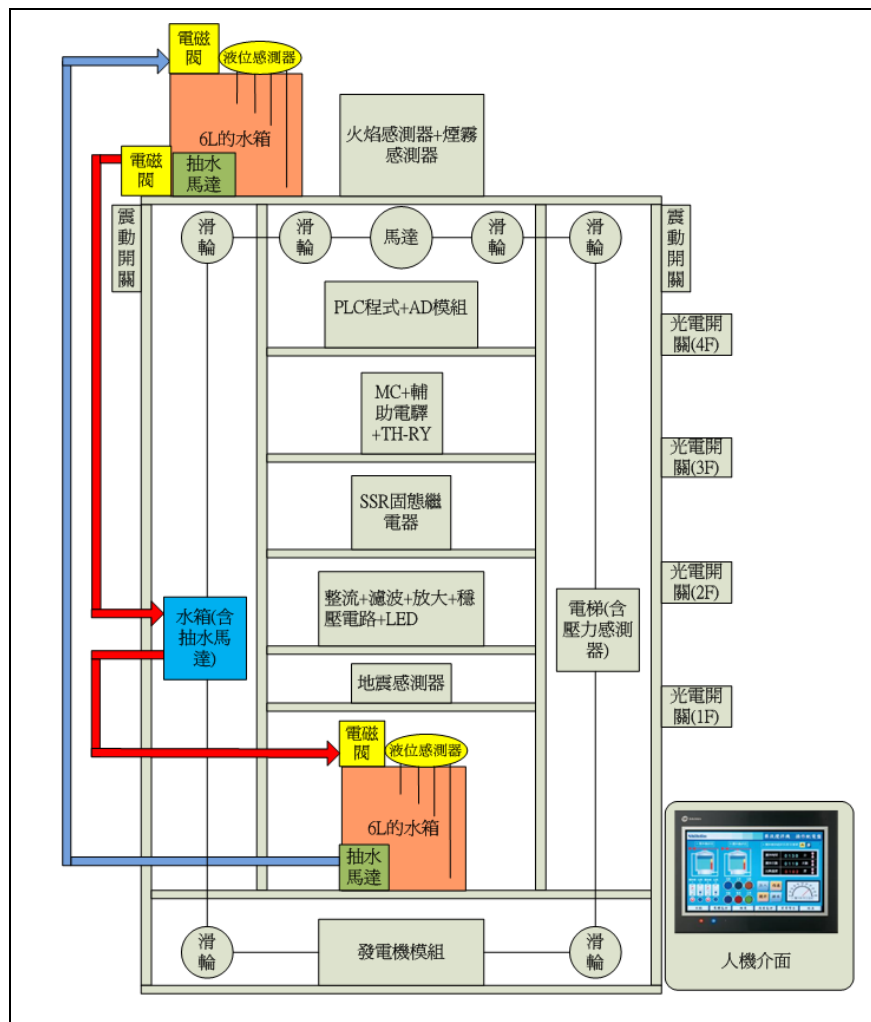
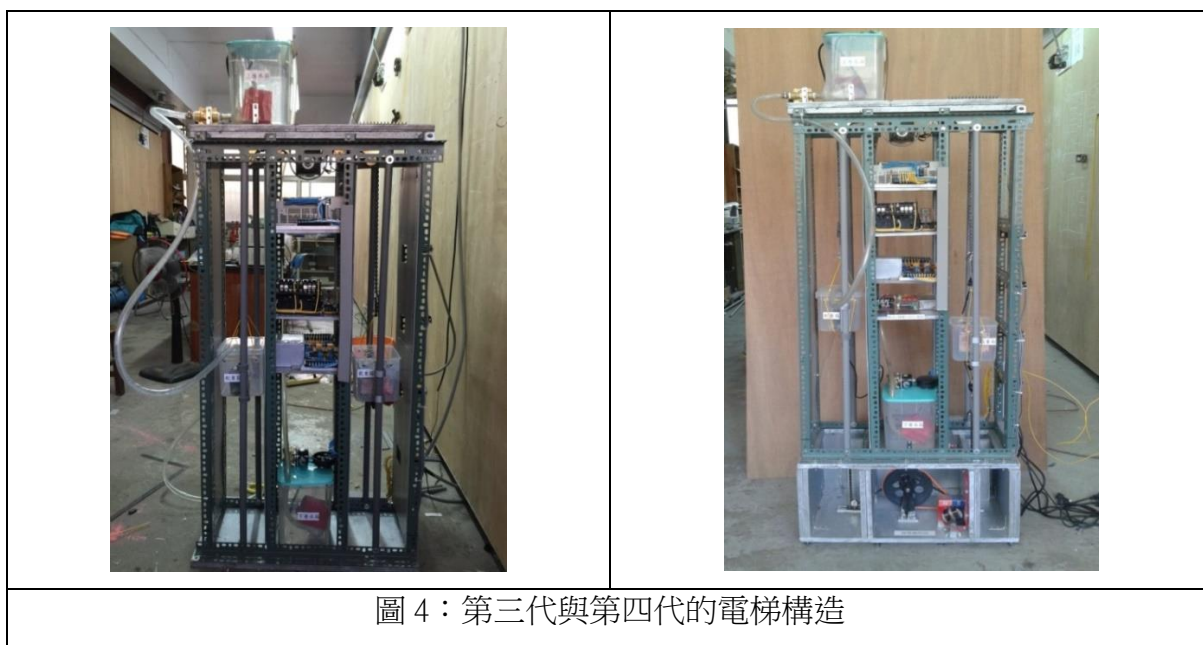


圖 3：電梯控制平台示意圖

1、電梯主硬體

剛開始實驗的我們是以簡單的材料來試做假設的電梯實體，我們用棉線來做電梯的纜繩，利用工業配線的技能設計出一個使馬達正反轉的控制電路，來實驗電梯的上升與下降功能。在實驗一段時間後，發覺棉線的耐扯度不佳，然而前面的配線盒也顯得很礙路。我們就做了修改把棉線改網球線，配線盒就把它改到裡面來配線，減小空間的阻礙，然而在實驗的過程中。我們也發現到配重箱在上下升時會搖晃劇烈，導致配重箱變得很不穩定，所以我們就用齒輪帶動配重箱來讓它變得穩定的下降跟上升，然後配重箱上升與下降的旁邊也加上壓克力板來讓它在固定軌道上運動。



在傳送機構的改善過程，我們發現第二代傳送機構在帶動電梯承載箱與配重箱時，時常會發生當兩者中有一個箱體過重時，會造成箱體自動滑動的現象。在實驗的過程中，也會因為鏈條在第二代傳送機構中，容易脫落的現象。在第三代傳送機構中，我們在原本的滑輪中在加上兩個中繼的滑輪幫助固定與帶動，而感應馬達帶動鏈條的方式，也由上面傳動改善成下方傳動，這樣的做法，讓我們在實驗的過程中，解決了鏈條容易脫落的現象，讓我們傳送機構更加穩定。由於傳統的電梯在煞車時會消耗許多的電，所以我們在第四帶電梯設置了

一台發電機，利用電梯的煞車時的動能來發電。此外載重箱因為實驗的載重不同時，容易產生搖晃，造成箱體不穩定，經過我們小組設計，輔助載重箱運動的軌道，讓載重箱可以在軌道中穩定的上升與下降。



圖 5：傳送機構的改善

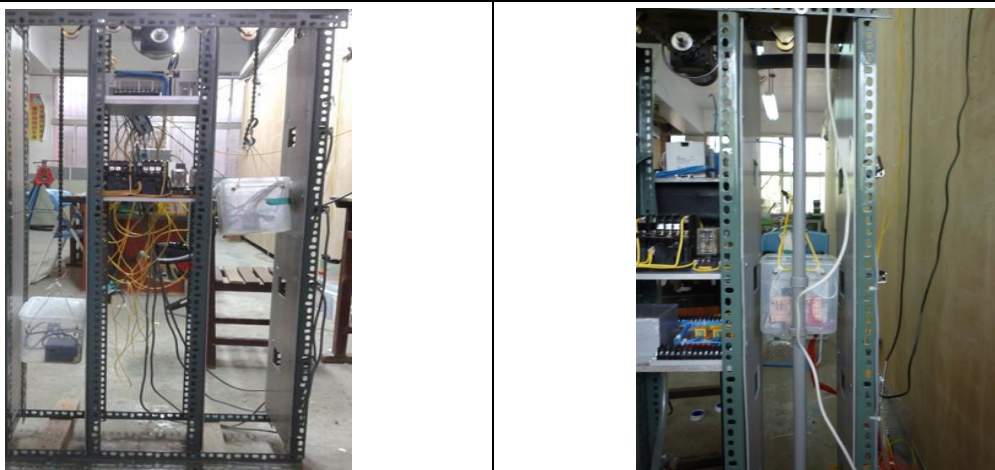


圖 6：輔助載重箱運動軌道

2、電梯承載箱

電梯承載箱主要使用FSR系列壓力感測器做為承載箱重量的感測，在一開始實驗時，我們使用了FSR406與FSR400壓力感測器來做實驗，其壓力感測器的特性，施加在感應區域的力量大小變化，其所輸出的電阻值將會有相應的變化。力量越大，電阻值越小。若沒有施加任何力，電阻值將會大於 $1M\Omega$ 。此感測器能夠檢測10-10kg的壓力。在實驗的過程中發現FSR406壓力感測器，在使用時不易量測重量的變化，除非其方型的感測器接觸面有明顯彎曲時，才會

有量測上的變化。但使用FSR400做量測時，其對重量的變化，反應靈敏但其缺點為接觸量測的面積較小，所以在量測的時候，也要考慮到放的位子。然而我們找到Flexiforce A401壓力感測器，意外發現Flexiforce A401電壓與重量的特性曲線比我們之前用的FSR400還來的好，數值也更加精準。我們決定利用四顆Flexiforce A401壓力感測器來設計我們電梯的承載箱的壓力感測電路。電梯承載箱中的壓力感測電路為四個角落皆有Flexiforce A401壓力感測器，當配重發生變化時，會藉由PLC的AD模組將變化的壓力值傳回PLC內部做判斷的工作，因使用四顆壓力感測器，所以在撰寫PLC程式時，我們是取四顆壓力感測器的平均值，來進行判斷，推導出一個承載重量與壓力感測值的關係式。


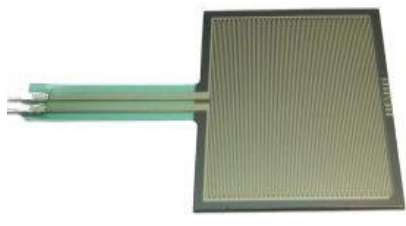

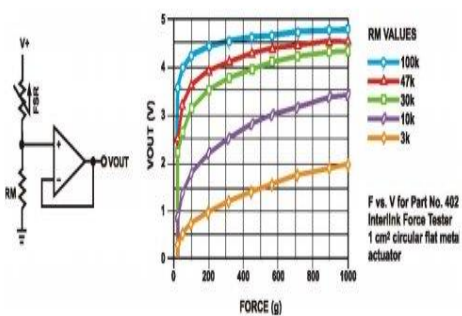
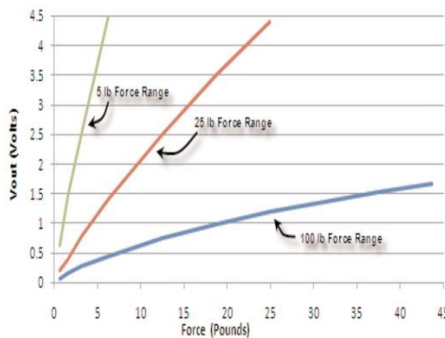
		
FSR406 壓力感測器	FSR400 壓力感測器	Flexiforce A401 壓力感測器

圖 7：壓力感測器

表 4：壓力感測電路與特性曲線

	
FSR 壓力感測器	Flexiforce A401 感測器

3、上下配重水箱

團隊專注於，電梯於各種運作模式下，系統該於何時，進行電梯配重箱之充排水，以保持電梯承載箱重量與電梯配重箱重量的相等，如此才能達到重量的平衡，達到電梯馬達的最佳功率。在此我們將說明電梯配重箱抽放水，其所用配重水來源的配置策略。本系統共有上、下兩個水箱，因此需依據電梯配重箱位置，來制定一水箱配水策略，以達到配重水循環再利用的目的。水箱的配水策略，當上水箱的水位低於低水位的極限值時，下水箱會抽水至上水箱，當上水箱的水位於中水位以上時，則下水箱會停止供水給上水箱。當配重箱的重量增加時，上水箱會抽水至配重箱中，當配重箱的水重量與電梯承載箱等重時，上水箱會停止供水。當配重箱的重量減少時，配重箱中的水會排水至下水箱中，當配重箱的水重量與電梯承載箱等重時，配重箱會停止排水。

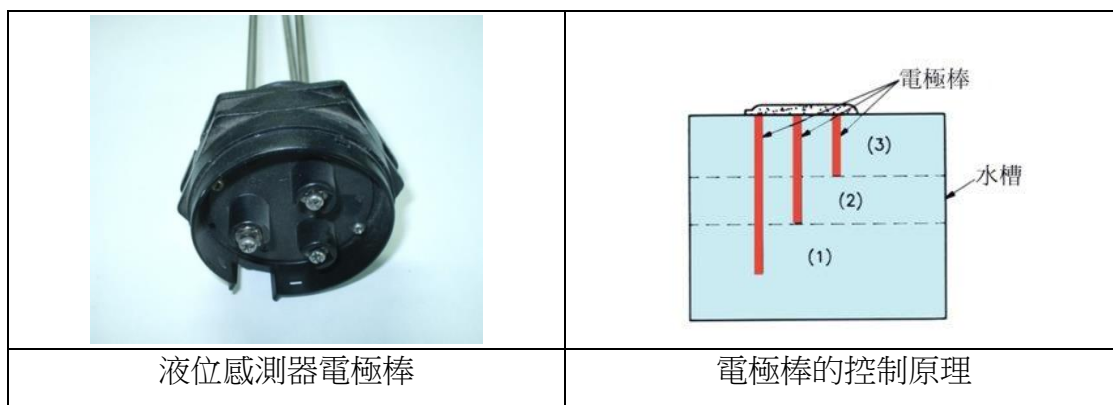


圖 8：液位感測器

在每個水箱內皆加裝液位感測器電極棒，來監控水箱內的水位高度，液位感測器電極棒的控制原理為，最長電極棒為共點，當水位在上圖(1)的位置時，只有最長電極棒導通。當水位在上圖(2)的位置時，則為最長電極棒和中電極棒導通。當水位在上圖(3)的位置時，則三根電極棒導通。利用電極棒的導通特性，我們透過適當的方式改裝，將電極棒擴充成四根電極，變成四層水位的控制。

表 5：抽水馬達規格


			
EDEN 系列抽水馬達		達成系列抽水馬達	
109 系列	126 系列	M101 系列	M201 系列
電壓：110V 揚程：0.8 公尺 功率：5W 流量：500 l/h	電壓：110V 揚程：1.5 公尺 功率：20W 流量：800 l/h	電壓：110V 揚程：1.8 公尺 功率：28W 每分鐘流量：12 公升	電壓：110V 揚程：5.1 公尺 功率：55W 每分鐘流量：22 公升

在實驗的過程中，一開始我們使用的 EDEN 系列的抽水馬達，在實驗水箱抽水與排水過程，發現其功率與揚程太小，導致每次抽水與排水的時間都將近 30 秒以上，為了電梯的配重策略可以即時快速反應，於是我們尋找了許多資料，意外發現應用在冷氣空調系統中的達成系列抽水馬達，其功率與揚程正是我們需要的，經過抽水與排水的實驗驗證，可以將時間縮短至 6 秒內完成動作。

4、控制單元

在控制單元中，控制電梯上升與下降動作的為單相感應電動機，電梯每個樓層的位置偵測，使用直接反射型光電開關。在控制單相感應電動機的設計，為了避免啟動電流過大燒毀 PLC 的輸出接點，所以 PLC 的輸出接點不直接控制單相感應電動機，而是透過驅動輔助繼電器的方式來驅動。

表 6：器具與配線圖

	
<p>單相感應馬達 功率：25W 電壓：220V / 電流：0.26A 啟動轉矩：1.38 kg-cm / 額定轉矩：1.52 kg-cm</p>	<p>直接反射型光電開關 電壓 110~220V 反應時間：15ms 感應距離：100cm</p>

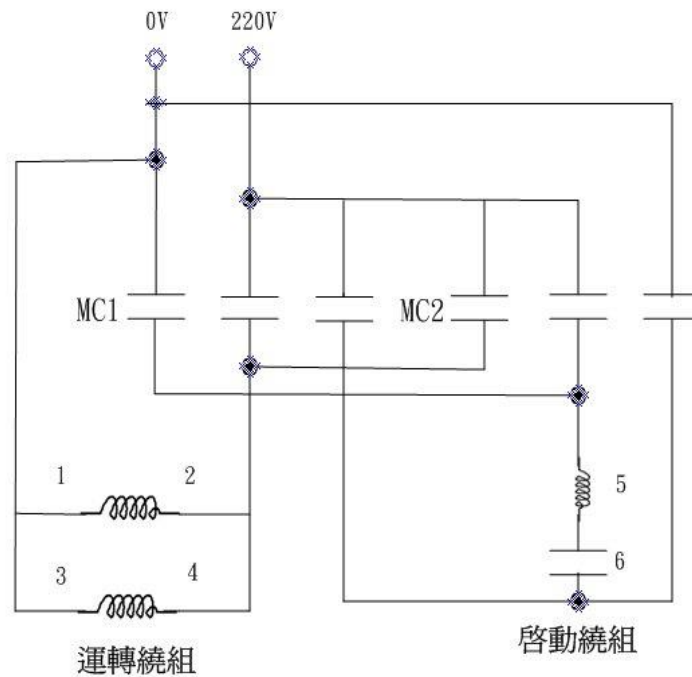


圖 9：單相感應電動機主線路

5、發電機模組

由於傳統電梯在煞車時會消耗許多的電力，所以我們利用電梯上下樓移動的動能，讓電在上下樓移動時可以帶動發電機模組發電。如下圖：

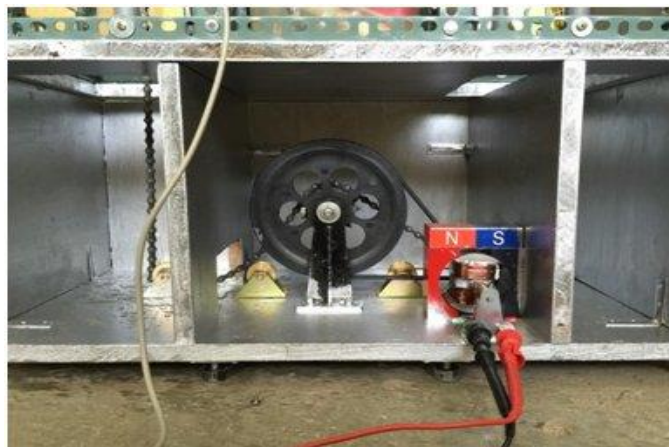


圖 10：發電機結構圖

因為發電機發出來的是交流電而且電壓又很小，所以我們把發電機接上了變壓器和橋式整流電路把交流電變成直流電。後來經過我們發現經過橋式整流電路量測出的電壓還是很小，所以我們利用電子學所學到的 OPA 運算放大器來把電壓放大。最後經過我們實驗把電梯加上發電機實際運轉，我們發現因為電梯經常在運轉的過程中停止會造成電壓時常忽大忽小，於是我們就做了穩壓電路來改善。

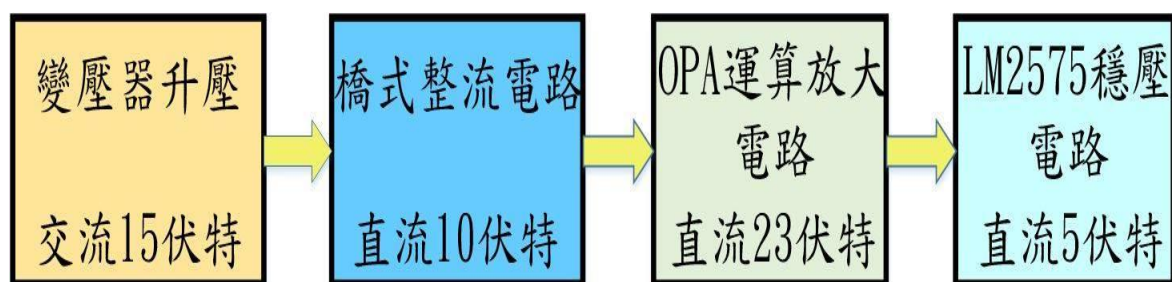


圖 11：發電機發電流程圖

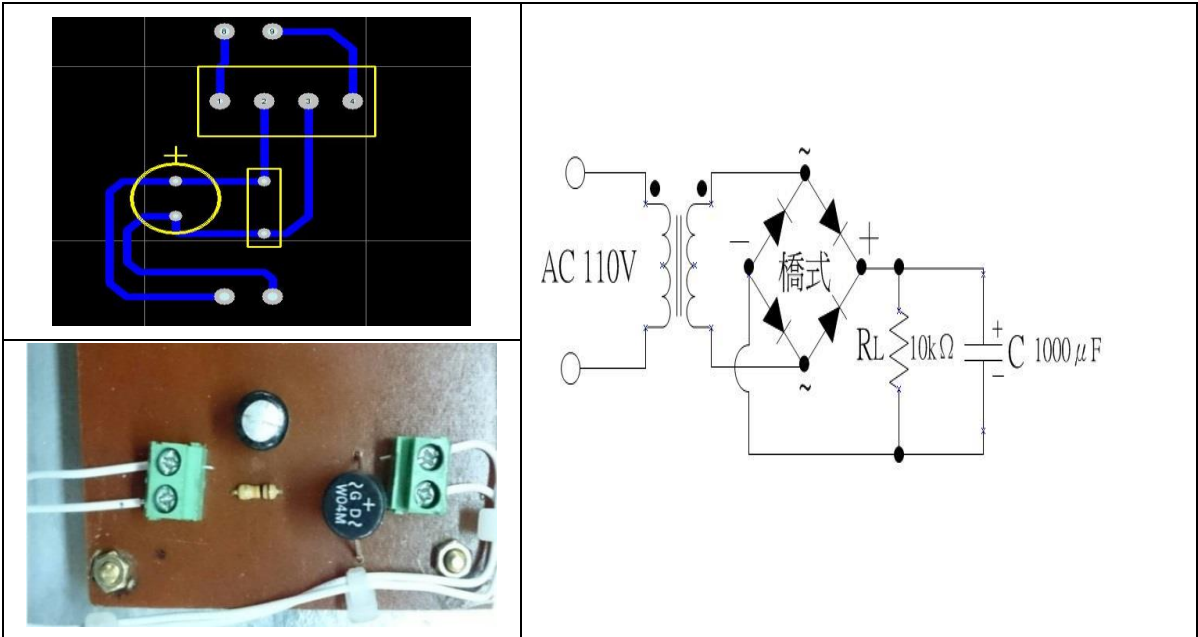


圖 12：橋式整流電路 layout 與電路圖和成品圖

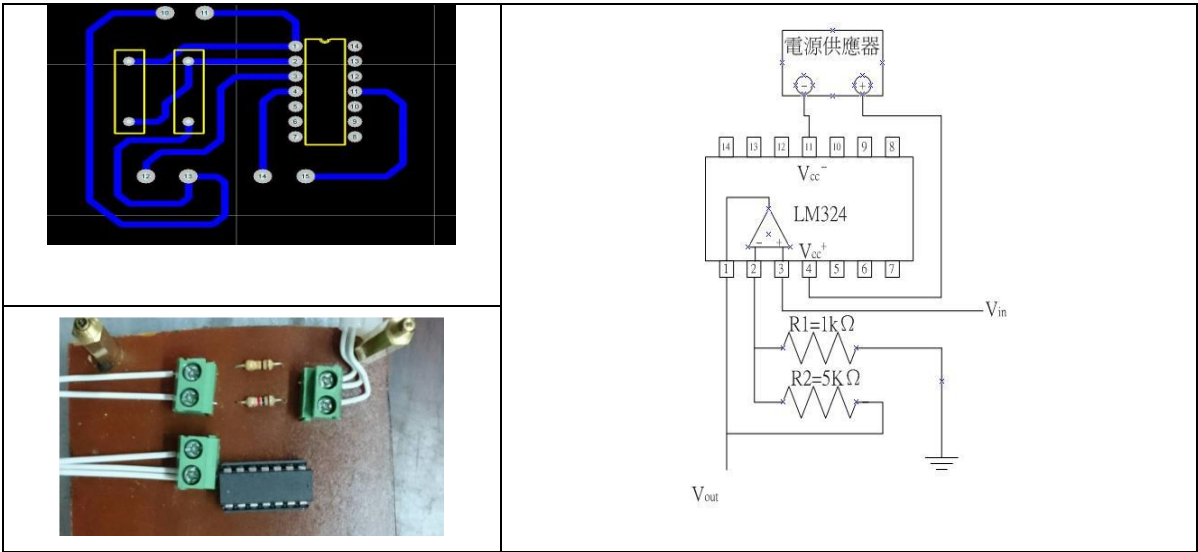


圖 13：OPA 運算放大器電路 layout 與電路圖和成品圖

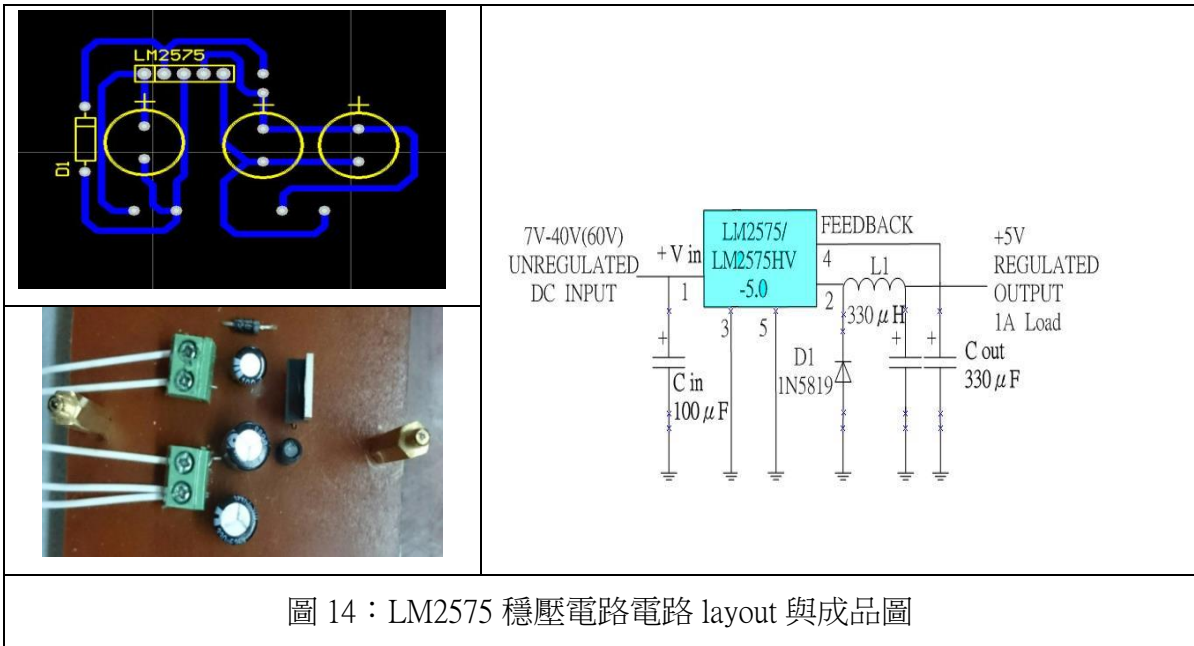


圖 14：LM2575 穩壓電路電路 layout 與成品圖

(二) PLC控制系統

PLC 控制系統的主要二大部分為 PLC 主機硬體、4AD 模組。

1、PLC 主機硬體：

PLC 主機主要分為 PLC 的輸入接點端與 PLC 輸出接點端，此外利用 PLC 的程式撰寫電梯控制的演算法、與 A/D 模組的配重重量計算。PLC 的輸入接點端，主要以液位控制開關為主，主要回傳 PLC，上下水箱的水位狀況。

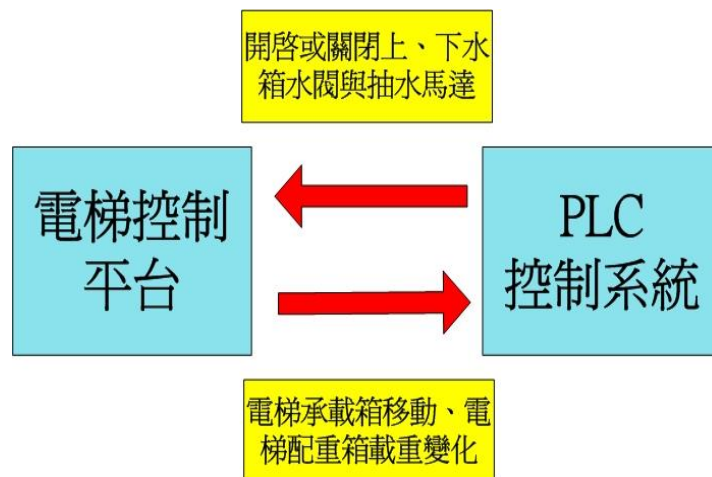


圖 15：PLC 控制系統

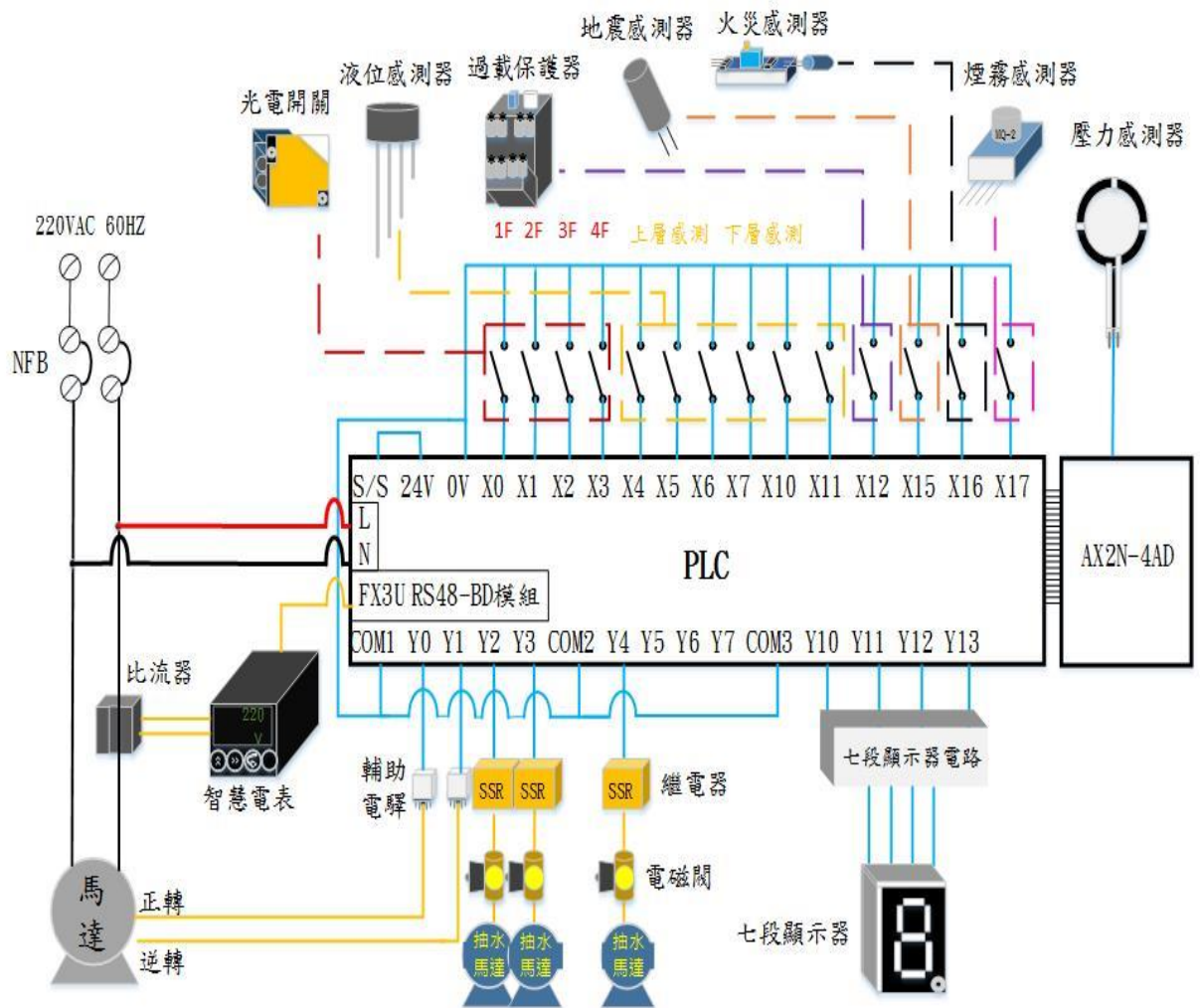


圖 16：PLC 外部接線圖

在 PLC 的輸出規畫部分，因為驅動的負載交流電 110V、交流電 220V 與直流 24V 的負載，所以我們利用了 SSR(固態繼電器)來設計驅動電路，除了可以讓控制的負載電源不直接接觸到 PLC 的輸出端點外，避免驅動負載啟動電流過大的問題外，對 PLC 的輸出端點也算是一種過載保護，另外目的是讓我們 PLC 可以驅動不同電源的負載，我們也在煙霧、火焰、地震感測器的輸入點裝設 NE555 單穩態多諧震盪電路在和 SSR(固態繼電器)結合，當感測器偵測到煙霧或者火焰及地震時，感測器就會觸發 NE555 單穩態多諧震盪電路，驅動 SSR(固態繼電器)的接點改變，再由 PLC 來做判斷的處理。

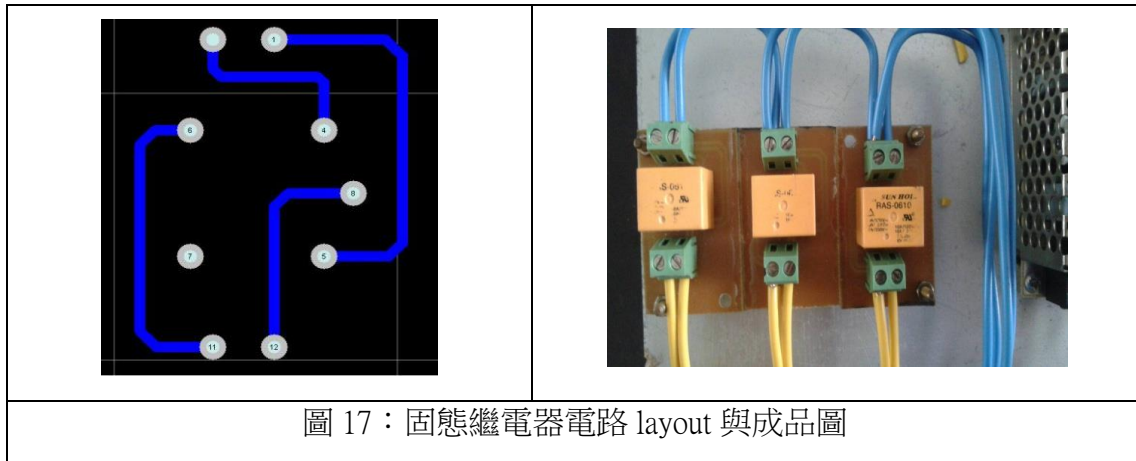


圖 17：固態繼電器電路 layout 與成品圖

2、4A/D 模組：

本專題所使用的類比轉數位模組為士林電機 AX- 4AD 模組，提供 4 組類比訊號的輸入通道，而類比訊號的輸入可以為電壓或電流的訊號，因配重箱所使用的壓力感測器，我們利用電子學課程中學習到的運算放大器的電路設計，將壓力感測器將重量轉換為電壓，所以在利用 4AD 模組時，我們皆將類比訊號的輸入設定為電壓輸入訊號。



圖 18：4AD 模組圖

四、智慧感測

(一)地震感測器：由於電梯在上下樓層移動時，突然發生地震，電梯的載重箱可能會劇烈搖動，甚至脫落而造成乘客受傷，所以我們利用 NE555 和震動開關來製作地震感測器。我們利用電子學所學到的 NE555 組成的單穩態多諧震盪電路來驅動繼電器讓地震時電梯可以停止運轉。

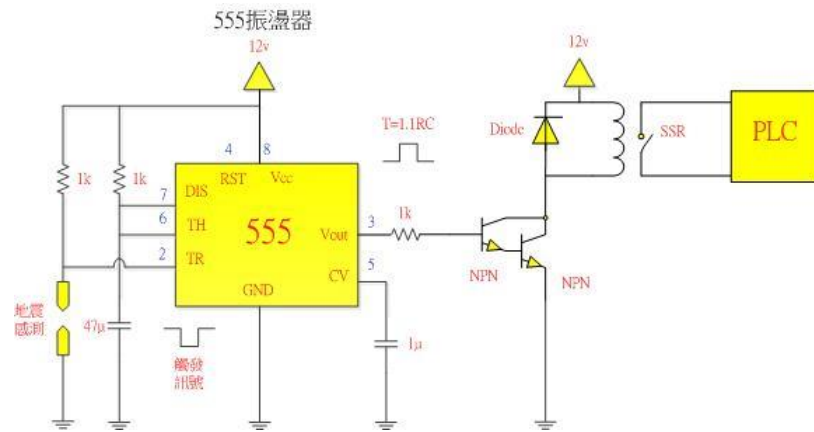


圖 19：NE555 單穩多諧震盪電路



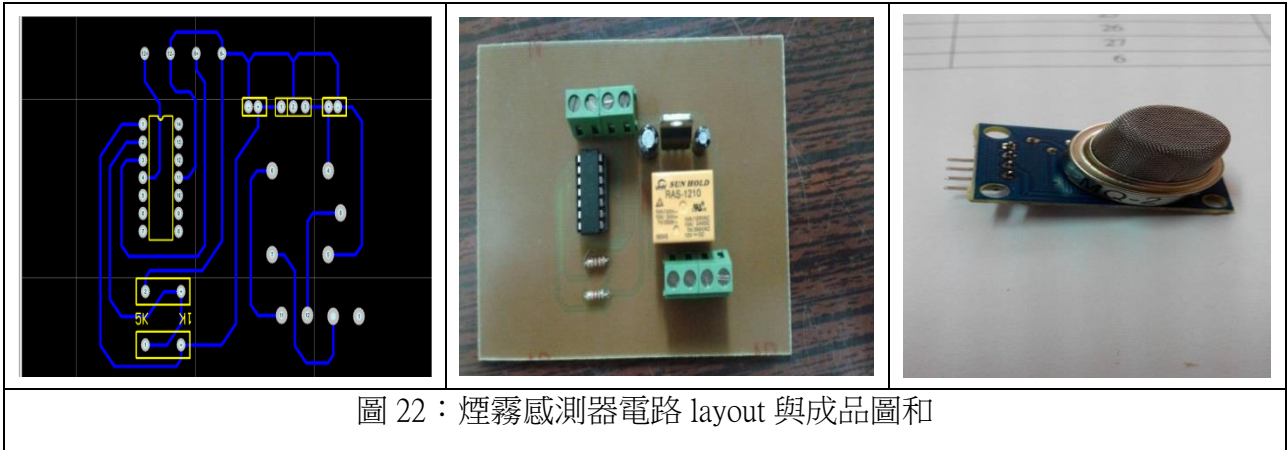
圖 20：地震感測器電路 layout 與成品圖

(二)火焰感測器：當大樓發生火災時，大樓內的電梯還會繼續運轉，乘客在不知道的形況下搭電梯，導致意外發生，所以我們透過火焰感測器以及電子學所學的 NE555 組成單穩多諧震盪電路來驅動繼電器，當火災發生時，火焰感測器偵測到火光的時候，可以警示告知乘客還會立即停止運轉，以防止人員傷亡。

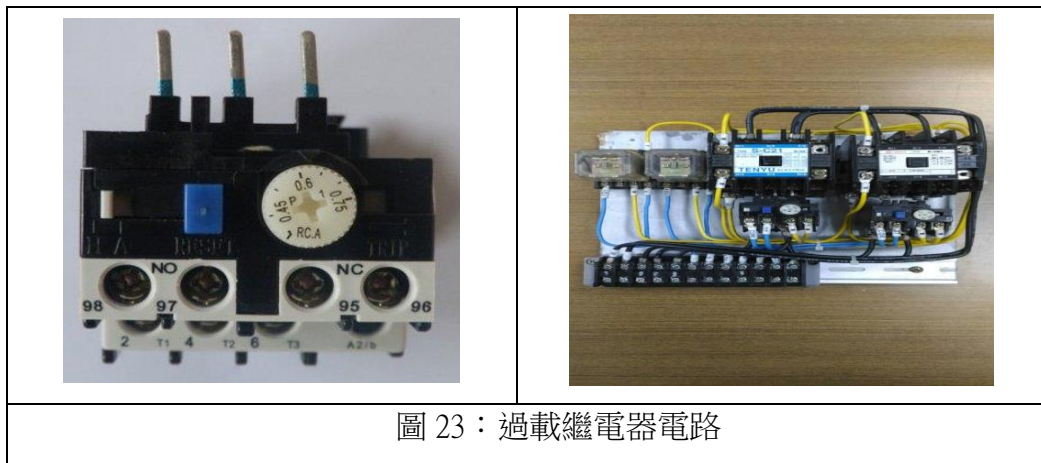


圖 21：火焰感測器電路 layout 與成品圖

(三)煙霧感測器：我們在火災這方面，除了增設火焰感測器以外，還增設煙霧感測器(MQ-2 氣體傳感)來偵測濃煙，當濃煙密度過多時，透過 NE555 組成單穩多諧震盪電路來驅動繼電器，來警示告知乘客以及立即停止運轉動作，來避免乘客發生危害。



(四)過載繼電器：我們裝設過載繼電器是為了當電梯中的馬達發生過載時，使串聯於主電路的發熱元件發熱，並使鄰近的雙金屬片受熱而彎曲，致使接點被頂開，電動機控制迴路因此被切斷，而馬達也隨之斷電，以達到保護之目的，讓馬達處於安全狀態。



五、智慧監控

(一)人機介面：

人機介面(HMI, Human Machine Interface)目前在工業上被廣泛使用，本專題的 PLC 控制系統，也以此規畫，能夠收集電梯的使用資訊。規劃人機畫面有六大畫面，圖 24 中，我們規劃了每個樓層上升與下降的呼叫按鈕，在傳統的電梯控制上，需要在 PLC 的輸入接點端，規畫按鈕來代表每個樓層上升與下降的呼叫按鈕，但因為使用人機介面的優點為，可以使用人機上的規畫，節省真實的呼叫按鈕，除了節省按鈕的成本外，也可以節省 PLC 的外部配線圖 25 與圖 26 的規劃，利用了圖型化的方式來表示監控的物件狀態，讓使用者更能視覺化的控制，讓控制更直觀。圖 28 與圖 29 的規劃，利用曲線圖和透過歷史紀錄讓維修人員更方便了解電梯的狀況。圖 30 的規劃，我們利用了智慧電表搭配人機介面來知道電梯使用時，所消耗的功率，那也透過遠端監控來隨時知道電梯的用電狀況來達到智慧監控的目的。圖 31 的規劃，每天搭乘電梯的乘客熙來攘往，電梯的使用頻率也因乘用時段而有所不同，預約系統能隨時配合乘客的流量變動，加強運輸調整功能，提供順暢便捷的運作服務。

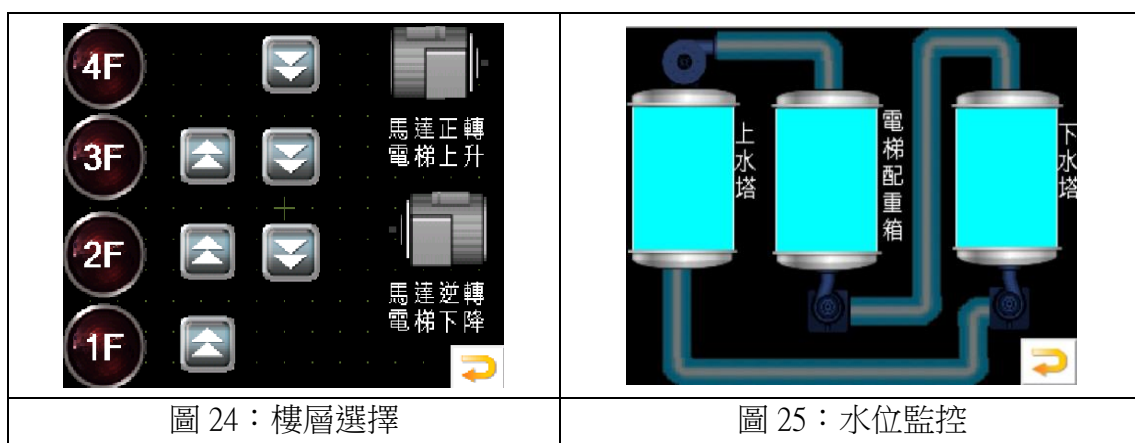




圖 26：配重監控

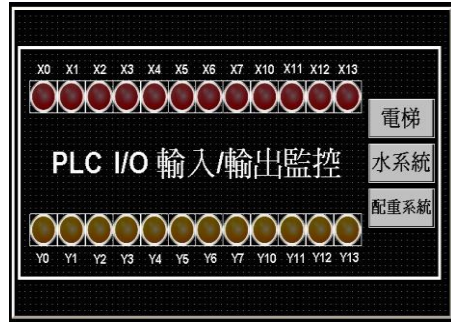


圖 27：I/O 監控

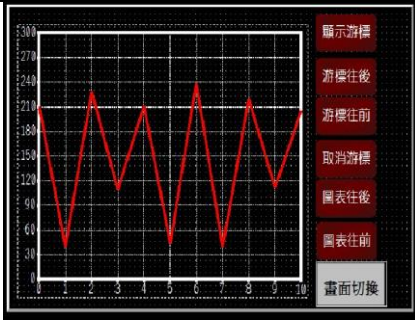


圖 28：電流監控

歷史事件與警報記錄表

事件	訊息	復歸	檢查
15/07/14	15:20:35	電梯在一樓的位置	15:20:35 15:20:35
15/07/14	15:20:35		15:20:35 15:20:35
15/07/14	15:20:35		15:20:35 15:20:35
15/07/14	15:20:35		15:20:35 15:20:35
15/07/14	15:20:35		15:20:35 15:20:35
15/07/14	15:20:35		15:20:35 15:20:35
15/07/14	15:20:35		15:20:35 15:20:35
15/07/14	15:20:35		15:20:35 15:20:35

Control buttons: 顯示游標, 游標上移, 清除選取資料, 檢查選取資料, 畫面切換, 取消游標, 游標下移, 清除全部資料, 顯示詳細資料, 復歸選取資料

圖 29：歷史事件

電梯用電狀況

電梯馬達電壓:	12345	伏特
電梯馬達電流:	12345	安培
電梯馬達頻率:	12345	赫茲
電梯馬達有效電力:	12345	千瓦
電梯馬達累積電量:	12345	赫茲
電梯馬達無效電力:	12345	千瓦
電梯馬達回升電量:	12345	千瓦
電梯馬達功率因數:	12345	%

圖 30：電梯用電狀況

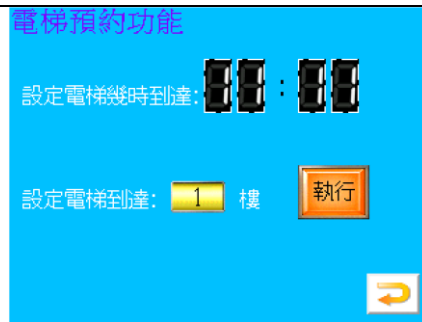


圖 31：電梯預約功能

我們將人機介面規劃了電梯保護裝置和保養維修的彈跳畫面，除了可以讓電梯馬達停止運轉外，人機畫面 32 與人機畫面 33 中，當災害來臨時，也可以在災害發生時跳出警報，以警告乘客，避免發生危險。人機畫面 34 的規畫，是當電梯馬達發生過載時，人機畫面會跳出警報來提醒維修人員進行維修。人機畫面 35 的規劃，預約保養里程數，當器具使用次數達到一定的值時，人機畫面 36 和人機畫面 37 就會跳出來提醒維修人員保養器具，以避免器具使用次數過多，導致器具壽命簡短，造成電梯發生危險。

	
<p>圖 32：地震警報畫面</p>	<p>圖 33：火災警報畫面</p>
	
<p>圖 34：馬達過載警報畫面</p>	<p>圖 35：設定器具保養里程數畫面</p>
	
<p>圖 36：預約保養畫面</p>	<p>圖 37：預約保養畫面</p>

(二)遠端監控：

我們使用無線寬頻分享器與人機介面連線，再用手機連上 WI-FI，就能夠用遠端統一控制人機畫面，我們用遠端監控的原因是讓電梯公司可以隨時利用遠端監控掌握電梯的狀態，不用特地跑到該地進行維修。換句話說，當電梯發生故障時也可以第一時間透過手機或平板來觀察當下電梯問題。



圖 38：手機遠端統一控制

(三)智慧電表：

我們利用 RS485 模組與智慧電表通訊並把資料傳給 PLC 做處理，最後統整到人機介面上，提供給電梯公司與使用者觀察。

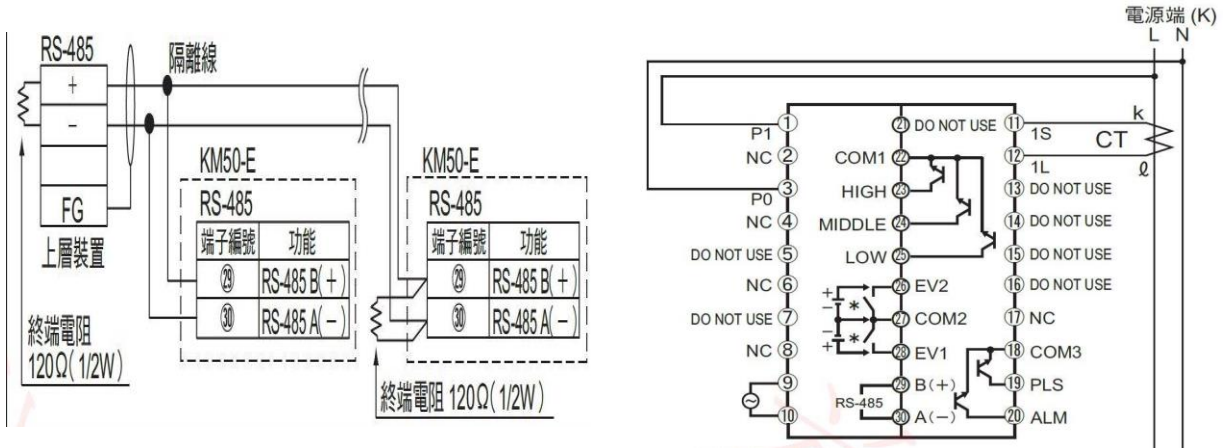


圖 39：通訊連接圖



圖 40：智慧電表



圖 41：FX3U-RAS48-BD 模組

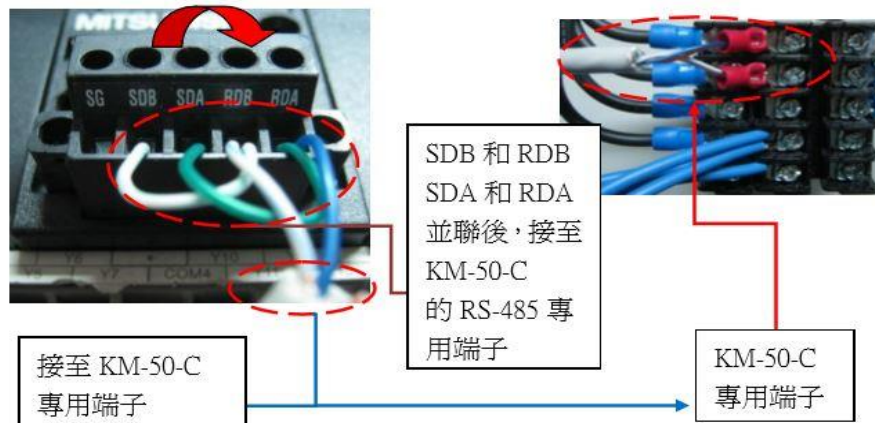


圖 42：智慧電表與 RAS48-BD 模組配線

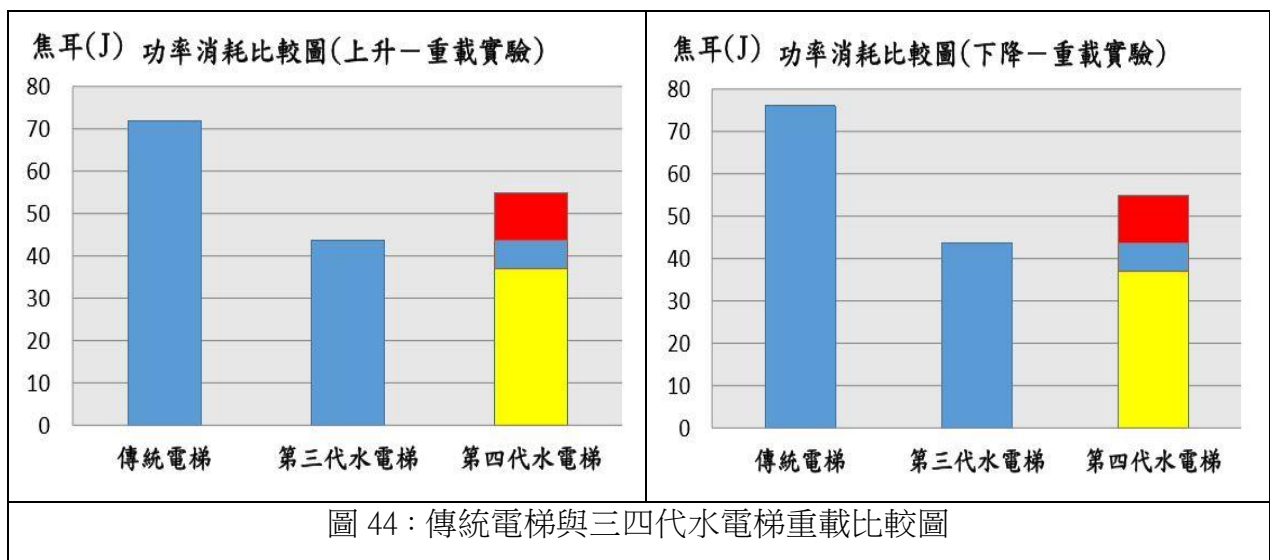
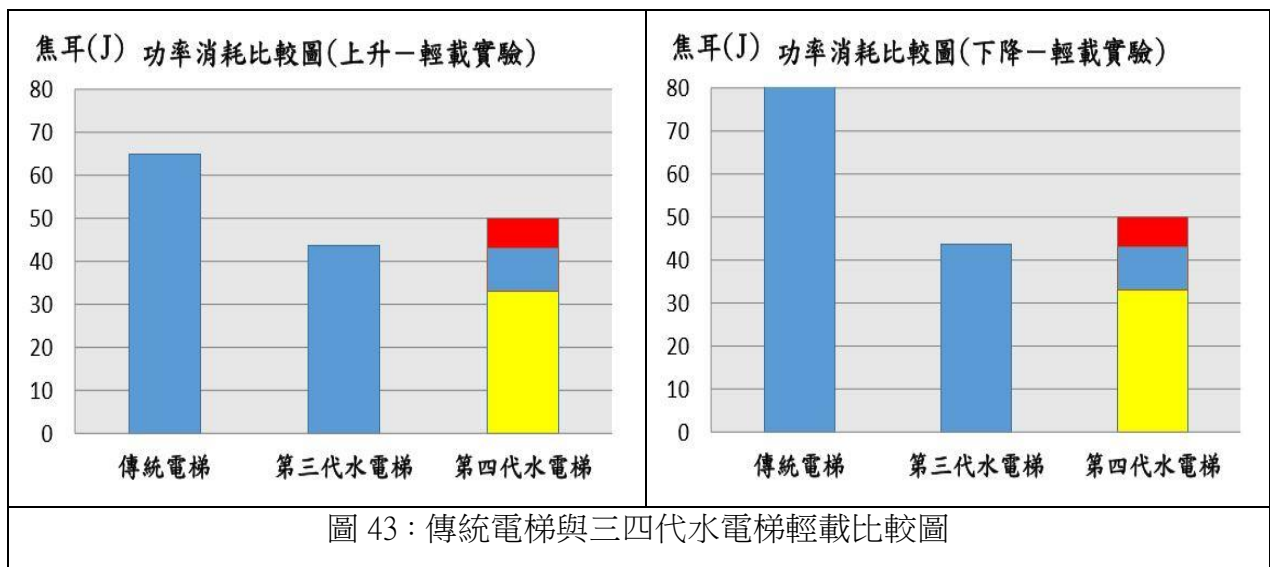
陸、研究結果

傳統電梯的配重箱為載重箱最大重量的 1.5 倍($2220\text{g} \times 1.5 = 3330\text{g}$)，傳統電梯在下樓時，因為載重箱本身不夠重所以感應馬達消耗更多的電來把配重箱拉起，相反的智慧水電梯系統的配重箱和載重箱不管是在上樓或下樓隨時都處於等重的狀態，所以電梯在上下樓所感應馬達所消耗的電流都相同，所以這個實驗驗證本科展的智慧水電梯系統可以使感應馬達的工作效率達到最好。

表 7：傳統電梯與智慧水電梯測試數據比較

傳統電梯工作時的電流數據			
配重箱	載重箱	上樓	下樓
3330g	370g	0.18A	0.24A
3330g	740g	0.18A	0.22A
3330g	1110g	0.17A	0.23A
3330g	1480g	0.19A	0.22A
3330g	1850g	0.18A	0.22A
3330g	2220g	0.18A	0.21A

智慧水電梯系統工作時的電流數據			
配重箱	載重箱	上樓	下樓
370g	370g	0.2A	0.2A
740g	740g	0.21A	0.21A
1110g	1110g	0.21A	0.21A
1480g	1480g	0.21A	0.21A
1850g	1850g	0.22A	0.22A
2220g	2220g	0.23A	0.23A



從表格上看，在紅色區塊的部分是帶動發電機模組所消耗的功率，在黃色區塊是和發電機模組產生出來的功率做抵消剩下的功率，我們以下降－輕載實驗

(四樓到一樓)來說明，用秒作為計算的單位，傳統電梯所消耗的電流為 0.24 安培，智慧節能水電梯所消耗的電流為 0.2 安培，那我們的電壓是固定在 220 伏特，那四樓到一樓運轉時間大概 2.1 秒，在透過電能公式，電壓乘電流乘時間就會得到焦耳，那我們發現到傳統電梯是三者之中最消耗功率的，那麼第三代跟第四代水電梯做比較，第三代水電梯看起來比較省電，這是因為第四代水電梯有多消耗一些能量去帶動發電機模組來發電，發電機所產出來的功率為 17 焦耳，那我們把產生出來的能量扣除多消耗的能量的話，第四代節能水電梯是比較省電的，也達到能源再利用的概念，從上述的兩種情況，得知第四代水電梯系統是三者之中最為節能的。在長時間使用下來話，能節省的電能是很可觀的。

柒、討論

一、配水公式是？

答：管徑 x 流速 x 時間。

二、電梯中的單相感應電動機是否可以加入變頻器來控制？

答：可以，在研究文獻的過程中，現今較有節能的電梯，皆會使用變頻器來控制馬達，因為本科展的模型較小，正反轉控制頻繁，使用變頻器來控制馬達，節能的情形較不那麼明顯，所以本科展的架構，就沒有用變頻器來控制馬達的規畫。

三、為什麼不要用馬達直接接上 PLC 的輸出點控制？

答：因為怕馬達的啟動電流太大，會直接燒毀 PLC 的輸出接點。因為，PLC 的輸出接點只能承受 0.05 安培的電流，單相感應馬達的啟動電流有 1~2 安培的電流。

四、電梯的智慧在哪裡？

答：我們的智慧在於隨時監控馬達的工作電流以及當乘客進來電梯裡面，配重箱就會自動配水，讓乘載箱和配重箱無時無刻的達到等重狀態和裝設發電機模組，利用電梯的煞車時的動能來發電。我們也做了火災感測器和地震感測器來防止天災的保護裝置以及增設過載保護裝置來防止大電流燒毀馬達。

捌、結論

本團隊運用壓力感測器、電梯演算法及水箱控制法，成功的完成節能電梯模擬。在此電梯廂內鋪設之壓力感測器負責模擬一般電梯內人員負載，液位感測器則負責判斷水箱水位來達到調節配重箱的作用，智慧節能水電梯系統與一般傳統電梯比較，節能電梯具有比傳統電梯更低的功率消耗，也顛覆一般傳統電梯的固定配重，藉由外加的上下水箱，自動調節電梯廂與電梯配重箱的重量，以達到平衡，目的是讓控制電梯的馬達在不同負載時，馬達效率達到最佳效率。也能讓電梯在上下樓移動時帶動發電機模組發電，進行能源再利用的目的。此外此作品具有智慧感測功能，裝設火災感測器、地震感測器和煙霧感測器以及馬達過載保護裝置來保護乘客及電梯的安全電梯，同時我們利用遠端監控 APP 在第一時間告知電梯公司和維修人員，並將這些資訊都彙整到人機界面上，經由許多次的實驗來驗證理論並收集資料，發現我們的智慧節能水電梯系統在未來的電梯發展是可行的，相信其普及率會越來越大，且為下一代打造更美好的未來，為地球的節能盡一份心力。



圖 45：智慧節能水電梯系統完整圖

玖、參考資料及其他

一、參考書籍

盧明智、陳政傳 (2002)。感測器原理與應用實例 (2 版)。台北市：台科大圖書。

張傳旺、黃福財 (2003)。工業電子學實習。台北縣：新文京。

盧明智、許陳鑑 (2005)。電子實習與專題製作感測器應用篇 (3 版)。台北市：全華。

江賢龍、周玉崑 (2006)。基礎電子實習。台北市：台科大圖書。

陳炳陽、賴振榮 (2009)。工業電子實習。台北市：全華。

石文傑 (2012)。人機介面觸控技術實務 - 士林電機系列。台北市。全華

廖成旺 (2009)。GP3000 入門操作手冊。台北市。文笙

陳冠良 (2015)。PLC 可程式控制實習與專題製作。台北市：台科大圖書。

二、學位論文與期刊

曾鴻龍 (2001)。智慧型電梯控制系統之研究與設計。國立中央大學碩士論文，桃園縣。

鄭惠芬 (2009)。電梯電力分析與乘客搭乘行為之研究。國立中央大學環境工程研究所碩士論文，桃園縣。

周波 (2010)。負載自動平衡之省能源電梯。私立建國科技大學期刊，彰化縣。

劉國華 (2011)。視窗化電梯控制系統之設計與應用。私立修平科技大學期刊，台中市。

殷頊 (2013)。節能電梯之設計與實現。國立中央大學碩士論文，桃園縣。

許耿禎 (2013)。節能環保共乘電梯設計。私立修平科技大學期刊，台中市。

三、網路資源

「孤單時，別搭電梯下樓」。台達電子文教基金會。取自
http://www.delta-foundation.org.tw/editor/editor_detail.asp?fid=1&tpid=450

升降機。電梯資料網。取自 http://www.hkelev.com/ind_elev.htm

「節能減碳」電梯配重調整新發明，省電又耐用。中央社。
取自 <http://www.epochtimes.com/gb/10/4/22/n2885153.htm>

電梯產品介紹。崇友實業。取自 http://www.gfc.com.tw/02_01.htm

電梯介紹。盛大電梯企業股份有限公司。取自 <http://www.sermta.com/qa-1.html>

震動開關。ICShopping。取自
http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/22207

火焰感測器。ICShopping。取自
http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/7693

煙霧感測器。ICShopping。取自
http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/12486

NE555。ICShopping。取自
http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/7671

【評語】 052321

1. 實驗設計周全。
2. 惟有待實際應用驗證。