

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 機械科

第三名

090901

下坡減速安全駕駛

學校名稱：高雄市私立立志高級中學

作者：	指導老師：
職二 鄭宇寬	鄭永成
職二 邱宗程	陳柏宏
職二 陳履修	

關鍵詞：自行車、煞車、減速駕駛

摘要

本研究作品是自行車下坡減速安全行駛，騎乘者在下坡時候，自行車能自動降慢速度，減少自行車的意外事故發生，控制系統要有兩個條件才會產生減速作用，假設只有一個條件成立，並不會產生減速。

下坡減速條件為：1.車輛是在斜坡地面。2.下坡車速必須超過 20 公里。兩個條件成立後，控制系統會作用。經過單晶片的控制及條件的設定，車輛在下坡且速度超過 20 公里，系統自動啟動馬達偏心輪，拉煞車機構進行減速作用。自行車下坡時做減速的時並不會把車輪鎖死，確保自行車下坡行駛安全。

本作品中在前輪裝置一組花鼓發電機，騎乘時由前輪花鼓發電機發電，對車上的電瓶進行充電再供應給自動煞車減速系統使用。最後再製作一組防過度充電系統，避免騎乘時對電瓶過度充電。

壹、研究動機

近年來民眾很多人的休閒運動都以自行車運動為主，自行車運動風潮盛行帶動了國內喜愛自行車運動的人口大增，尤其假日在各風景名勝常見到許多單車穿梭在車陣中，已成為最夯的休閒活動。甚至許多人以腳踏車為上下班的代步工具，也因此造成腳踏車事故的發生率逐年明顯提升，漸漸成為機車與汽車車禍事故之外的第三位常見事故傷害。所以我們關注到騎乘自行車安全這方面的問題。

自行車本身重量較輕，高速時會面臨到難以平衡的問題，同時也產生了因煞車不當而發生意外事故頻出不窮的現象。自行車事故造成的傷害五花八門，舉凡輕微的皮肉擦傷裂傷、腹壁血腫，到四肢骨折、顏面骨骨折、肋骨骨折、氣胸血胸...等，更嚴重的顱骨骨折、顱內出血、胸腔大出血，甚至導致死亡的案例均有。例如：明基副董事長王文燦因騎自行車在下坡發生意外，緊急送醫急救。並且在 102 年 2 月 17 日新聞報導，（如圖 1 所示）在台中后豐鐵馬道，就發生有一名九歲的女孩，準備騎單車下坡的時候，可能是太過緊張失控，直接撞上在下坡處的一個攤商，攤商的整鍋滾燙滷汁就這樣翻倒，這名小女孩全身百分之二十燙傷。...等實際案例



圖 1 電子媒體新聞報導

現在的自行車輕量化、折疊式自行車是現在的發展趨勢。因而自行車車體輕、重心高且很容易就騎到時速 3、40 公里的高速，更增加了翻車、摔車的可能性。又因自行車左右手控制前後煞車的方式常與機車不同，造成騎士很容易在緊急、緊張的情況下，煞死前後輪造成自行車翻車或摔車。尤其自行車在下坡時常常因為速度過快煞車不及，因而產生翻車事故頻傳，甚至威脅到騎乘者的生命安全。

根據交通部統計，腳踏車事故有高達三分之二是自行摔倒，而非與其他車輛相撞，而其

中又有將近一半是在下坡時發生失控情形，探究其原因，主要是因為下坡時速度明顯增快，再加上突發狀況（如：轉彎、夜間視線不良加上沒有護欄、地上木條障礙物、）而翻車。

依據交通研究專家進一步探討自行車的安全問題：

一、自行車車體較輕，在較高速行駛時較易面臨難以平衡的問題，煞車也不如汽機車的設計靈敏，因此下坡時多半建議要正確的使用煞車，車速盡量不要超過二十公里，尤其過彎時要及早減速與煞車。

二、單車車輪輪寬較窄，當輪子遇上不平整路面時，較易導致失去平衡，甚至曾有人騎上縫隙較寬的人孔蓋時，車輪陷入縫隙卡死而摔個人仰馬翻。

為了提高自行車在下坡的行駛安全，車輛在下坡車速盡量不要超過二十公里，這讓我們想到如何防止下坡車速過快，導致翻車事件的發生。一般傳統煞車在緊急煞車的時候，重踩煞車會讓煞車碟盤與煞車來令片，因為摩擦過大產生剎車鎖死，動力由滾動摩擦變成靜摩擦，使車胎與地面產生打滑，或者因為車速過快，產生來不及煞車，導致翻車事故。

因為我們就讀於汽車科之原故，所以了解汽車上的 ABS 防鎖死煞車系統運作原理，利用煞車點煞的方式，反覆煞、放、煞、放來產生煞車。設計一套能夠使用在自行車上的自動煞車減速系統，使自行車下坡時速控制在 20 公里以下，讓騎乘自行車的民眾在下坡時自動產生減速作用，提升騎乘自行車休閒的安全性。

貳、研究目的

- 一、防止駕駛者在下坡路段時，煞車打滑而造成事故。
- 二、自行車下坡時,將車速自動控制在時速二十公里以內。
- 三、有效防止自行車下坡因車速過快，煞車造成的翻車、摔車。
- 四、用電子控制煞車，產生點煞技巧降低車速。
- 五、保護自行車下坡時前後輪煞車不會瞬間鎖死，提昇自行車煞車穩定性。
- 六、前輪發鼓發電機發電效能確實能滿足提供自動煞車減速系統的電力需求。

叁、研究設備及器材

名稱：	數量
馬達	2 顆
發電花鼓	1 個
水銀開關	1 個
霍爾 IC	1 個
繼電器	2 個
89C51 單晶片	1 個
微動開關	2 個
蛇腹管	3 尺
煞車線	2 條
自行車速率表	1 個
排線組	4 個
三用電表	1 個
梅花板手	1 套
開口板手	1 組
棘輪板手	1 套
剝線鉗	2 支
偏心輪	2 個
7805 降壓晶體	1 個
TIP127 放大晶體	1 個
鑽床	1 組
手電鑽	1 組

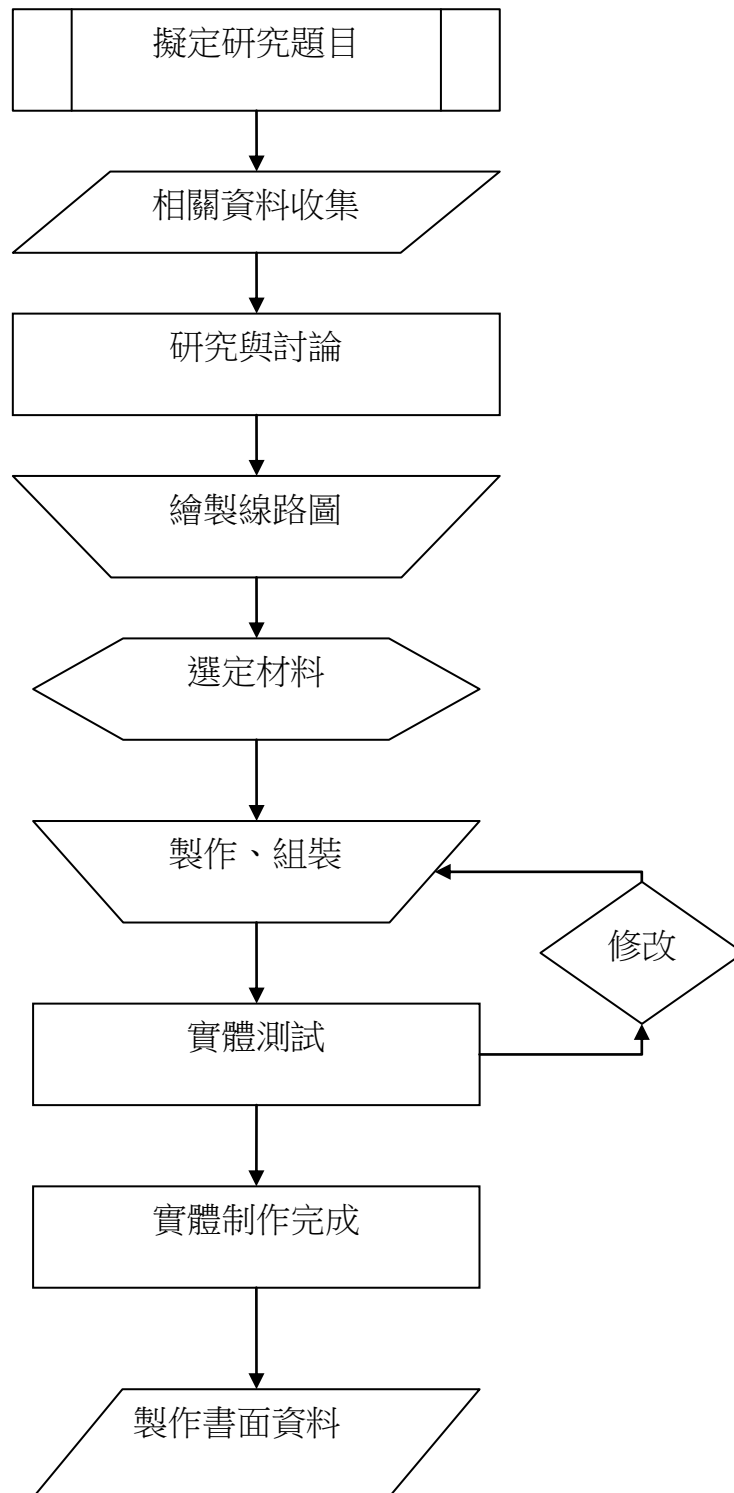
肆、研究過程與方法

一、研究進度計劃表：

工 作 項 目	花 費 時 間
探討、擬定題目	3天
收集相關資料及整理	7天
研究討論	3天
繪製工作圖	20天
選定材料	6天
製作、組裝、程式設計	60天
測試、修改	14天
實車安裝、測試、修改	7天
撰寫報告、說明書	8天
成品展示架安裝	2天
印製說明書	2天
海報製作	3天

表 1 研究進度計劃表

二、作品設計製造流程圖：



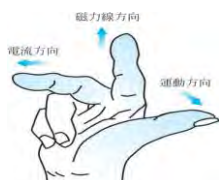
三、研究過程及方法

本研究依據研究動機與目的之主要條件針對自行車下坡自動煞車的安全行駛，進行自動煞車減速系統的設計進行研究與製作。

研究設計之需求，本小組利用學校，所學的課程專業科目知識，來設計控制線路。所學的專業課目有：電子概論與實習、電工概論與實習、汽車學電學篇、汽車電子學、汽車實習電系篇、汽車實習底盤篇。藉由上述的專業課程的相關知識，設計出控制線路及機械結構的組裝，來做出自行車自動剎車減速機構。

(一)自行車花鼓發電機

自行車花鼓轉動發電機，自行車利用花鼓發電機，負責供應電源給自行車上的電瓶，當輪圈轉動固定導線中的磁場，使導線與磁場發生相對運動，而在導線中產生電動勢(電壓)，其電動勢之方向可藉由弗來明右手定則來判斷，大姆指表示運動方向，食指表示磁力線方向，中指表示電動勢或電流方向，如圖 1(a)所示，導體在與磁力線垂直方向由內往外移動，則其電流會由右向左流出，如圖 1(b)所示。



(a)弗來明右手定則



(b)電流流動方向

圖 1 發電機原理

由於單導體在磁場中運動所產生之電流非常小，所以發電機都利用多組磁場在線圈內運動，以產生較大的電量；其感應電動勢 $E = -N(\Delta\Phi/\Delta t)$ ：為感應電動勢之方向；N：為線圈匝數； $(\Delta\Phi/\Delta t)$ 為單位時間磁通量變化率，單位：韋伯/秒)，即發電機之輸出電壓與線圈匝數、磁場強度、轉速成正比，如圖 2 所示為線圈匝數與發電量之比較。



(a) 圈數少，發電量少



(b) 圈數多，發電量多

圖 2 線圈匝數與發電量之比較

自行車花鼓發電機裝置在前輪軸上，(如圖 3 所示)。輪軸花鼓發電，利用橋式整流將交流電整流程直流電後，(如圖 4、5 所示)。再將直流電充入電瓶。



圖 3 前輪軸花鼓發電機



圖 4 發電花鼓發電未整流前的波形

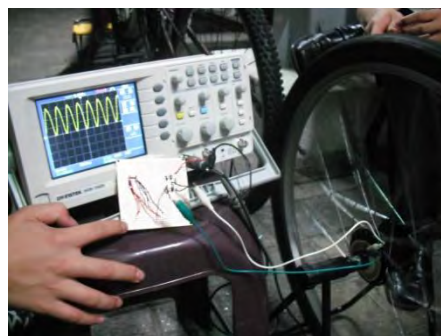


圖 5 發電花鼓發電後使用全波整流後的波形

發電機連接充電電瓶，與過充保護回路此電路適用於交流發電機，當接上需充電的充電電瓶後慢慢調節 1K VR 使 LED 剛發亮即可或如知道手上的電池,充電最大電流量時,可在 Q1 電晶體 E 腳串入電流表再調 1K VR 到其充電電流規格範圍內在低一點即可另取兩個已充飽的充電電池,接入電路中,此時電路是處於充飽電的狀態然後慢慢調節 20K VR 至 LED 熄滅即可,此為當充電電池充飽時電壓高過 3V 時,3V ZD 導通使 Q2 ON 之後,將使 Q1 B

腳偏壓經由 Q2 C 腳,往 E 腳,落地,此時 Q1 OPEN ,E 腳無輸出電壓如此充電電瓶就不會有過度充電的問題，延長電瓶使用壽命。

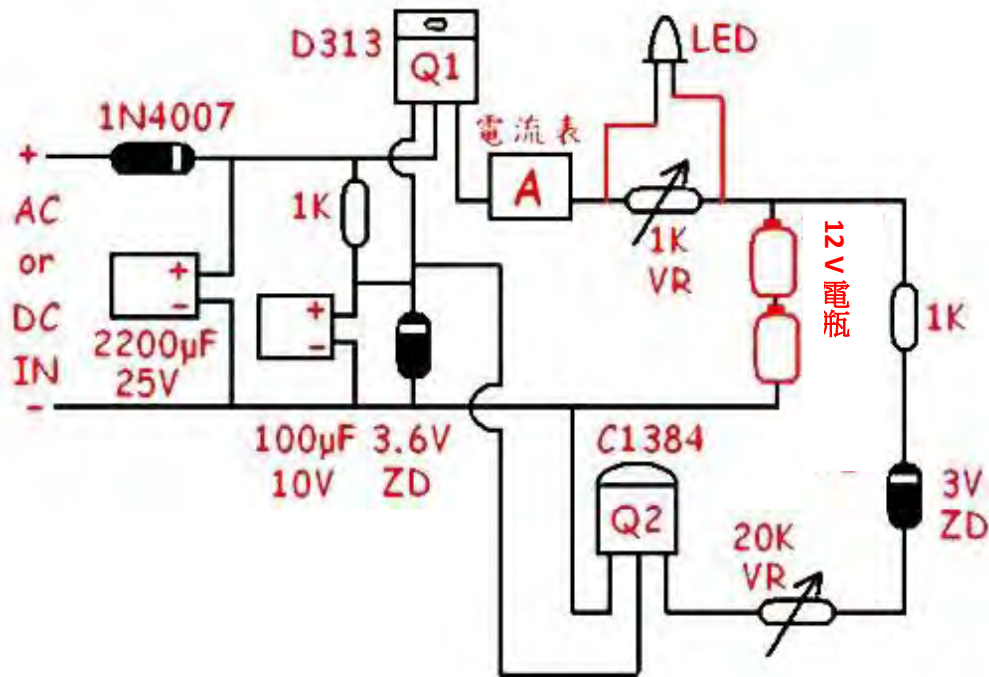


圖 6 發電機連接電瓶充電電路與過度充電保護電路

(二)水銀開關

自行車自動減速系統，控制方式是利用水銀開關當作傾斜開關，密封的玻璃管內部裝有一滴液態可自由流動的導電金屬水銀玻璃管一端延伸出兩支相臨的金屬電極, (如圖 7 所示)。兩電極本身並無接觸,呈現開路狀態,但當玻璃管有電極的一端向下傾斜，流體的水銀會覆蓋於兩支電極之上,原本不導通的電極，藉著導體水銀形成導通狀態自行車下坡時，水銀開關線路導通，(如圖 8 所示)輸送傾斜訊號至單晶片，讓控制晶片得知車輛在傾斜狀態。



圖 7 水銀開關



圖 8 水銀開關導通



圖 9 霍爾 IC 元件

(三) 霍爾 IC 元件

霍爾 IC 元件，(如圖 9 所示)，運用霍爾 IC 感應器，所感應出訊號轉成車速訊號，其基本作用原理在一塊厚度為 d 的半導體片中，通以電流 I ，並且在垂直於半導體片的方向施加磁場 B ，則在半導體與電流和磁場都成垂直的方向，產生一霍爾電壓 V_H ，其電壓的大小，與輸入電流和磁場強度成正比，而電壓的極性隨著磁場方向改變，(如圖 10 所示)。

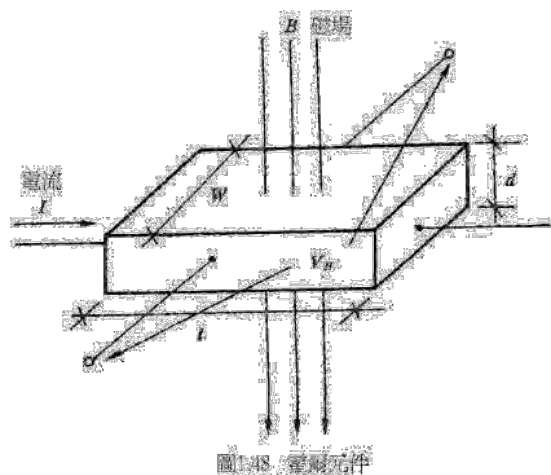


圖 10 基本作用方向

霍爾元件通常被用為磁場檢知和磁場測定元件，當磁場通過霍爾元件，會在其輸出端產出電壓 V_H ，將此電壓連接到運算放大器做比較或者放大，用以控制電路或測量磁場強度。

用霍爾元件做為電流檢出與電壓檢出元件，當導體 A 有電流通過時，則根據安培定律會在導體周圍的環形鐵心上產生磁場。因為磁場的磁通密度與通過導體的電流強度成正比，所以利用霍爾元件來檢出磁通密度，即可得到相對應的電流值。若使待測電壓正比於電流 I ，而磁通密度又與電流成正比，因此利用霍爾元件亦可檢出電壓值。若將霍爾元件與相關的電路製成 IC，就成為霍爾 IC，霍爾 IC 是一種將物理信號變換成電氣信號的磁—電變換元件。

(四) 89C51 單晶片簡介

圖 11 所示為 89C51 單晶片接腳圖，此單晶片由 ATMEL 公司所製造，可重複燒錄 1000 次以上。89C51 單晶片必須供應電壓，電源接腳為 VCC(pin40)、GND(pin20)，工作電壓在 4V~6.6V 之間，建議使用 +5V 電源供應器，可保持單晶片工作壽命。

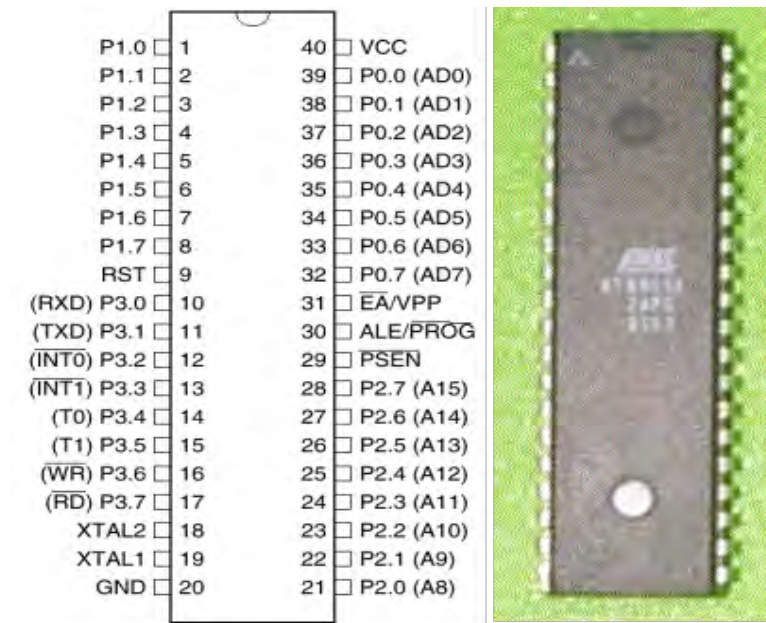


圖 11 89C51 單晶片

89C51 單晶片接腳簡介如下：

- 1、PORT0 包括 P0.0~P0.7(pin39~pin32)，主要有記憶體擴充位址/資料匯流排、燒錄時的資料碼輸入與輸出、以及一般 I/O 等三個功能。
- 2、PORT1 包括 P1.0~P1.7(pin1~pin8)，有燒錄時的低位元組位址與一般 I/O 兩個功能。
- 3、PORT2 包括 P2.0~P2.7(pin21~pin28)，有記憶體擴充時的高位元組位址匯流排、燒錄時的控制功能、以及一般 I/O 等三個功能。
- 4、PORT3 包括 P3.0~P3.7(pin10~pin17)，有一般 I/O 功能與表 2 所列特殊功能，其中 P3.0 和 P3.1 可作為 RS-232 信號輸出與輸入。

(五)控制作動方式

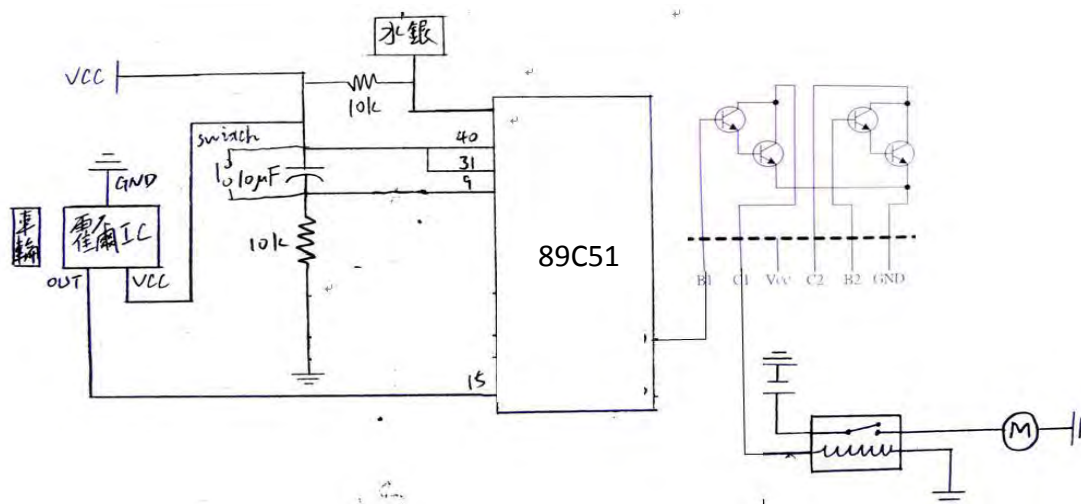


圖 12 控制線路圖

本團隊運用專業科目所學的電子學設計控制線路圖，(如圖 12 所示)。研究本題目作動原理。當自行車下坡時因車速過快，容易因急速煞車或煞車來不及，導致自行車翻車或狀到路旁物品，造成嚴重交通事故。所以自行車騎乘下坡路段時，讓自行車有自動減速。

控制系統作用條件有二：一、自行車處於下坡時，二、車速超過 20 公里時；當二者皆成立時，控制系統就啟動自動減速裝置，將車速減速至 20 公里以內，讓騎乘者可以安全煞車有效降低車速，不因為車速過快造成危險。假如車輛沒有在下坡路段，但車速超過 20 公里，控制系統不會啟動減速裝置。

當自行車傾斜時，運用水銀開關作為自行車傾斜開關。當水銀開關線路導通後，(如圖 15 所示)。將訊號輸入單晶片，運用霍爾 IC 感應轉換成車速訊號，(如圖 16 所示)。再將訊號輸入單晶片。當車速超過 20 公里，水銀開關又是傾斜訊號導通，兩項訊號同時成立的時候，晶片就輸出訊號來控制繼電器。讓繼電器小電流控制大電流的基本原理，將電流送至驅馬達。例如車輛在下坡路段水銀開關有傾斜導通時，但車速沒有到達 20 公里，晶片就沒有輸出訊號來控制繼電器。只要二項條件其中一項不成立，控制系統就不會作動。

依照線路圖將電子零件和控制晶片，裝在麵包板上做測試，(如圖 13 所示)。
測試正常後再將電子零件焊接在電路板上，(如圖 14 所示)再作實車實驗。

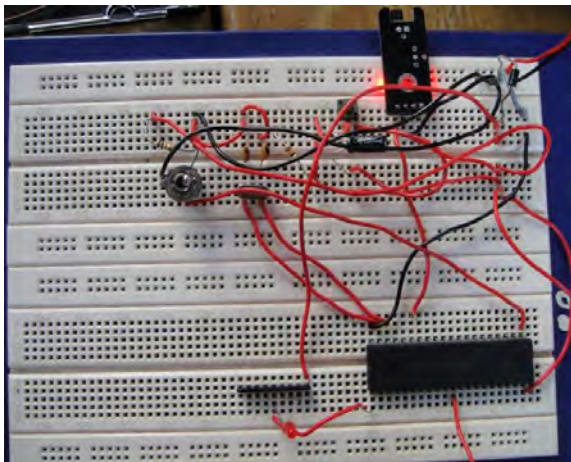


圖 13 麵包板控制測試

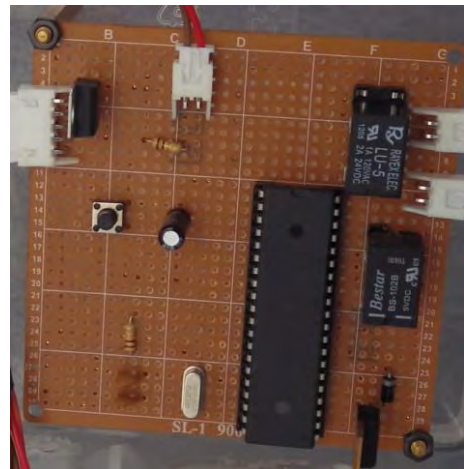


圖 14 電子零件焊接在電路板

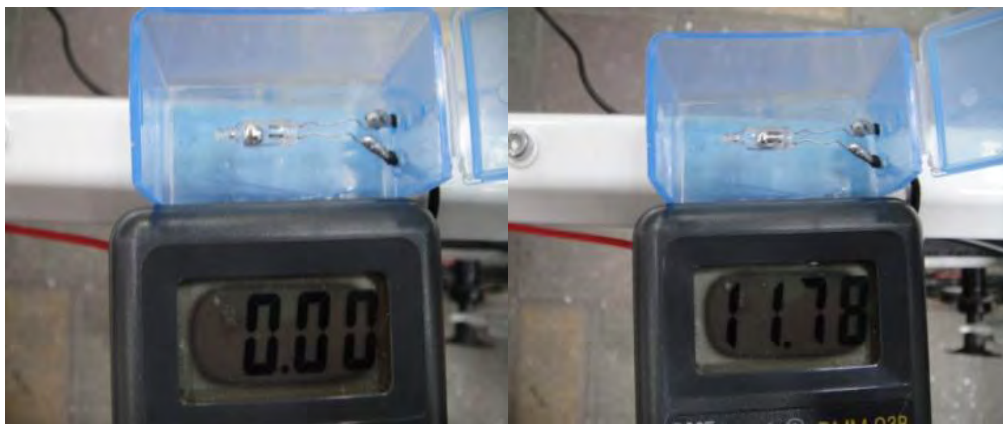


圖 15 水銀開關線路導通



圖 16 霍爾 IC 感應測試

(六)實車實驗

先製作一組偏心輪，(如圖 17 所示)將偏心輪固定在馬達上，由控制晶片 輸送訊號來控制繼電器，繼電器控制前、後輪直流電至馬達使馬達運轉。在由馬達上的偏心輪拉自行車的煞車線，(如圖 18 所示)。利用煞、放、煞、放的點煞方式來達到減速作用。



圖 17 偏心輪

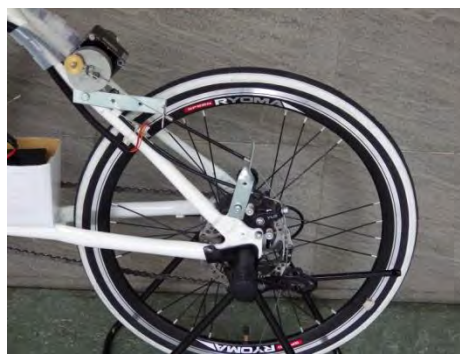


圖 18 偏心輪拉煞車線

當自行車在平路面，且車速超過 20 公里，前、後輪減速馬達偏心輪無作用，(如圖 19 所示)。前、後輪煞車機構無作用，(如圖 20 所示)。當自行車在斜坡路面，(如圖 21 所示)。且車速超過 20 公里，運用自行車速率表感應車速得知車速，(如圖 22 所示)。前、後輪馬達作用偏心輪拉動煞車機構，(如圖 23、24 所示)。使前、後輪煞車作用產生減速作用。車速降至 20 公里以下，(如圖 25 所示)。前、後輪馬達停止作用。當前、後輪馬達持續運轉時，煞車機構作動，煞車會產煞、放、煞、放的點煞作用，相同於 ABS 防鎖死煞車原理。實驗出車速由 39 公里，馬達開始作用，車速下降至 20 公里以下，時間大約 2 秒鐘，且煞車不會鎖死，實驗證實有明顯的車速降低，煞車確實產生減速作用，確保自行車下坡行駛安全。

在避免驅動馬達，停止運轉時剛好停在煞車位置，在前、後輪機構上在加裝一只回位開關，(如圖 26 所示)。當驅動馬達剛好停在煞車位置，利用回位開關控制另一組控制線路，將馬達轉至歸位的位置，避免煞車鎖死。



圖 19 馬達未作動



圖 18 剎車機構未作動

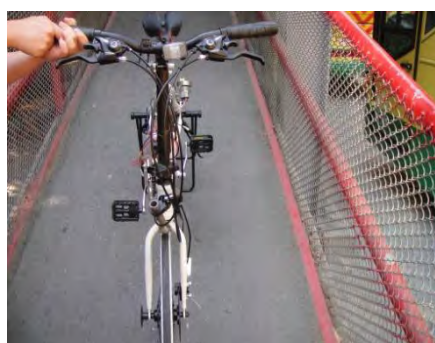


圖 21 斜坡路面



圖 22 速率錶



圖 23 馬達作動



圖 24 剎車機構作動



圖 25 車速降至 20 公里以下

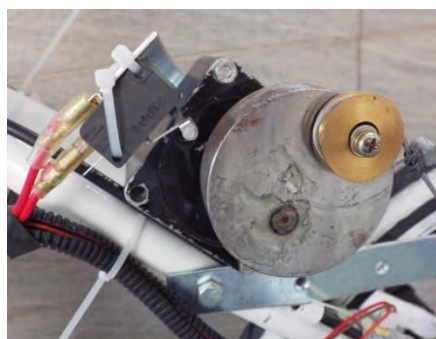


圖 26 回位開關

伍、研究結果

本研究以自行車因下坡車速過快，防止煞車來不及而發生事故為主題。自行車下坡自動減速機構，透過晶片的控制極條件的設定，車輛只要在下坡且速度過快，系統會自動啟動馬達驅動偏心輪，拉動煞車機構進行減速作用。

經過實車斜坡測試實驗，當車輛傾斜水銀開關導通訊號，且車速經過霍爾 IC 感應換重車速，超過 20 公里的訊號同時輸入晶片，經過晶片運算減速馬達確實作用。車速由 39 公里，減速馬達開始作用，車速下降至 20 公里以下，時間大約 2 秒鐘，且煞車不會鎖死，實驗證實自行車車速確實在下坡的情況之下，煞車機構作動，由高速降至低速減速，車速確實降低達到減速效果。

裝置在前輪花鼓發電機，在實驗當中前輪運轉時，發出交流電再經過整流，轉換成直流。再經過防過度充電的電路平衡線路控制，以電壓 12V、電流 0.25A 對電瓶進行充電，提供足夠的電力給電瓶，以達到減速系統中所需要的電力。

陸、討論

在製作過程當中，老師教導我們如何自行學習與互相討論，使我們學習到如運用基礎課程來進行作品研究，並且學習到很多課本上學不到的知識並學習到面臨困難時，該如何去找方法和答案。

本研究主題是自行車下坡自動減速，行駛安全為主題，經過長時間的討論及控制系統的程式寫作，設計出能夠在自行車上自動控制機構，此機構是經研究製作出成品，經測試證明本研究確實達到下坡減速效果，確定將車速下降至 20 公里以下。

本作品的特色：

- 1、下坡時車輛自動減速至時速 20 公里以下，不會因車速過快而煞車不及。
- 2、不需刻意改變原有煞車習慣，不管是左右手任一手或雙手同時煞車，此裝置都會自動進行安全煞車控制。
- 3、保護車輛下坡時緊急剎車，前後輪不會瞬間鎖死，提昇自行車煞車穩定性，並提供更良好的煞停距離表現。
- 4、有效防止自行車因下坡煞車造成的翻車、摔車。
- 5、不破壞原本自行車的煞車機構。
- 6、花鼓發電機的充電系統，同時也提供足夠的電力給電瓶。
- 7、車速不會影響發電機輸出電壓，且擁有良好的電力平衡系統，有效延長使用電瓶壽命。

柒、結論

民眾很多人的休閒運動都以自行車運動為主，騎乘自行車運的人口有增無減，卻也不時傳出因煞車不當而發生意外事故的憾事，自行車的事故意外比率，有三分之二的事，都是因下坡車速過快，而導致煞車不及，而造常意外事故。

本作品讓騎士在車輛下坡時，就可自動控制車輪煞車力道，不用刻意改變原有的煞車習慣，在下坡時不至於車速過快，達到下坡減速效果，減少煞車造成的翻車，摔車意外事故。提昇自行車在下坡時增加煞車穩定性，並提供更良好的煞停距離表現，達到有效防止自行車因下坡時煞車造成的翻車、摔車意外事故。

而在花鼓發電的充電系統，騎乘時也提供良好的電力，保持減速機構所需要的電力，再裝置一組防止過度充電的電路，以達到良好的電力平衡系統，有效延長使用電瓶壽命。

透過本作品的設計，希望在未來能夠提供大眾在戶外休閒，騎乘自行車時更佳的安全，減少自行車騎乘時的交通事故，希望往後可以申請專利。

捌、參考資料及其他

- [1]蔡正樑、林豐耀（2009）。自行車學-含實習與檢修。台南市：復文圖書。
- [2]高義均（2011）。汽車電子學。新北市：新文京開發出版社股份有限公司。
- [3]賴瑞海（2010）。汽車學 III(汽車電學篇)。新北市：全華科技圖書有限公司。
- [4]蔡燕山、蔡賜琦（2007）。電子概論與實習。新北市：台科大圖書股份有限公司。
- [5]張義和、王敏男（2010）。89S51-C 語言。新北市：新文京開發出版社股份有限公司。

【評語】 090901

本作品研製自行車下坡自動剎車系統，利用輪速感測器、水銀開關、以及單晶片微電腦，偵測下坡狀態與車速，當下坡車速達到預設值時，單晶片微電腦啟動剎車機構進行減速。作品中考慮車輪鎖死的問題，設計類似 ABS 的點煞機制，並且使用發電機對電瓶充電，提供自動剎車系統電能。

此作品之創新性佳，且製作完整，造型相當美觀，經測試已達預定之自動剎車減速功能。研究人員已考慮手動剎車與自動剎車系統並行的問題，建議再進一步思考如何在剎車啟動後，可手動解除此自動功能，讓騎乘者在緊急狀況仍可依狀況加減車速。另外，研究者可思考發電機對騎乘者造成阻力的問題，提高作品推廣的機會。