

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

091008

五期環保化油器式機車之製作及研究

學校名稱：國立臺南高級工業職業學校

作者： 職二 黃銘鋒 職二 鍾凱全 職二 趙立德 職一 黃宗毅	指導老師： 陳東杰 郭文勝
---	-----------------------------

關鍵詞：環保、化油器、機車

摘要

自 98 年 1 月 1 日起，各大機車製造廠皆已生產噴射引擎機車而已無生產化油器式機車。但化油器系統仍具有不易故障及成本低的優點，故如果使用含氧感知器之回饋訊號並作動旁通閥以修正混合比，則就能減少廢氣污染物排放量。

本研究使用具節氣門位置感知器(TPS)之化油器，並讀取引擎轉速訊號及含氧感知器訊號。含氧感知器可由排氣管量測到進入引擎汽缸之混合比，再以 PWM 方式控制旁通閥之旁通量以修正混合比。結果顯示，本研究所製作之系統可有效減少廢氣污染物之排放量。

壹·研究動機

自 96 年 7 月 1 日五期環保規定實施以後，各機車製造廠所生產之化油器機車幾乎都無法符合五期環保規定。所以自 98 年 1 月 1 日起，皆已生產噴射引擎機車而已無生產化油器式機車。目前在市面上的噴射引擎機車在政府補助下價格仍比化油器式機車貴 1 萬多元。而由於機車進氣歧管較短，即使是化油器系統，燃油自霧化至進入汽缸之時間較短暫。另外，重型機車以下皆為單缸設計，所以進氣歧管之真空壓力變化幅度較大，且基本噴油量是由多個感知器經電腦計算出來的，所以一旦有感知器故障則混合氣就不會是理想混合比值，因此反而會使廢氣污染物增加。而化油器式本身就是利用流體力學方式設計，故障率低及構造較為簡單，油量會隨著空氣多寡而被吸出混合，也就是已有較不易故障之基本油量值。雖然此基本油量值會隨著溫度而改變，如加上修正油量設計則除成本比噴射引擎較少外也較不易有故障而影響引擎性能產生。

貳·研究目的

本研究目的為製作一具油量修正的化油器式機車系統，使機車能符合五期環保規定。

參·研究設備及器材

表 1 零件器材表

使用設備	規格	數量	備註
設備：			
1.直流電源供應器	MOTECH LPS-305 數位式	1	
2.示波器	RIGOL DS1052E 50MHz	1	
3.函數產生器	HOLA HFG-101 5Mhz	1	
4.個人電腦		1	Code Vision AVR、Microsoft
5.印表機		1	Word、Proteus 7
6.筆記型電腦		1	
器具：			
1.電烙鐵	30W	1	
2.尖嘴鉗	電子用	1	
3.斜口鉗	電子用	1	
4.剝線鉗	電子用	1	
5.螺絲起子組	電子用	1	
6.麵包版	電子用	1	
7.三用電錶	數位式	1	
8.IC 拔取器			
9.IC 整腳器			
電子零件表			
材料名稱	規 格	數 量	
電阻	330Ω	1	
電阻	1kΩ	1	
電阻	10kΩ	1	
電阻	100kΩ	1	
電阻	1MΩ	1	
可變電阻	50kΩ	2	
指撥開關	二段式	2	
電容	1μF	2	
電容	10μF	1	
電容	47μF	1	
電容	100μF	1	

電容	0.1 μ F	1
電容	0.022 μ F	1
電容	0.068 μ F	1
穩壓 IC	L7812	1
穩壓 IC	L7805	1
電晶體	1815	1
電晶體	3055	1
LED		1
IC	LM2907N	1
單晶片	ATMEL AVR MEGA8	1

肆·研究過程或方法

一、化油器式機車引擎系統介紹

化油器 (carburetor) 是機車引擎中的一個裝置，其作用是利用較窄的喉部，加速引擎吸進的空氣，產生文氏管效應將細管中的燃油吸出、霧化、和空氣相混合，其內部如圖 1 所示。而文氏管效應為伯努力原理—氣體流動得越快，它的靜態壓力便越低，而動態壓力則越高。而由油門控制之節氣閥不是直接控制燃油的流量而是控制在引擎運轉時被吸入的空氣流量。吸入空氣的速度便產生一個壓力，利用這個壓力來控制燃油進入引擎的多寡。如進入引擎汽缸內空氣與汽油之混合氣數量少，則產生動力較小、反之則產生較大的動力。

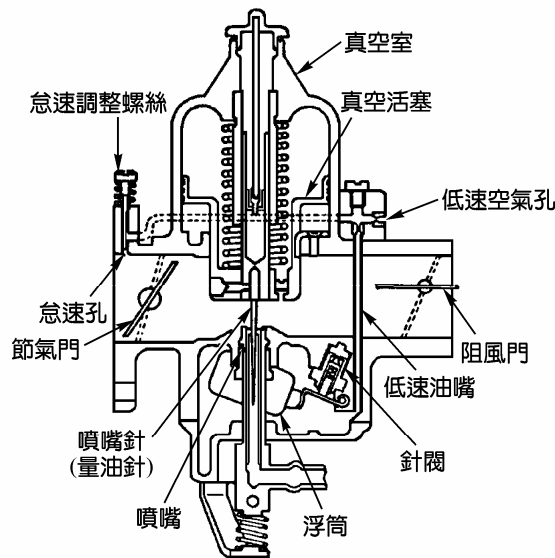


圖 1 可變喉管式化油器

另外機車引擎因大多數為單缸設計，其進氣歧管之壓力變動非常大，所以皆用可變喉管式化油器。其是利用滑塊和滑塊上的油針來控制文氏管的管路面積和汽油油路的開閉。化油器內部包含以下油路

(一) 浮筒油路

為了供應穩定的油氣，化油器上還有一個叫做浮筒室的裝置，浮筒室內裝著準備被各油路使用的汽油而室內壓力約等於大氣壓力。而室內的汽油量則受到浮筒和一個針閥的控制。當汽油不足時，浮筒下降針閥開啓，汽油便會補充至浮筒再度將針閥關閉為止。

(二) 怠速油路

怠速油路是位於節氣閥全關之處，為提供引擎怠速時之油量。當節氣閥在關閉位置，此時經節氣閥與本體之間可通過面積很小，所以節氣閥處之空氣流速很快。相對地，可變喉管處之空氣流速較慢。此時，油量由怠速油路提供。

(三) 主油路

當節流閥開度更大時，由於歧管內的真空度下降導致怠速油路流量減少，所以這時候就是化油器內可變喉管構造發生作用的時候了，如之前所說當氣流經過文氏管細的部分時，由於壓力的下降，便從主油路之油針中吸出汽油。

(四) 加速油路

由於汽油在液態時慣性比空氣還要大，所以在油門突然開啓時，氣流增大的速度遠大於汽油的速度導致混合比突然下降(混合比較稀)，以致於要加速時引擎轉速卻下降的情況。為了避免這種情況，所以在化油器加上一個小泵浦，由連桿連接節流閥並由節流閥控制。當油門開啓時便會用泵浦將汽油直接噴入氣流中，以補償混合比的濃度。

(五) 自動快怠速油路

由於在冷車時，汽油的氣化效果不好，容易在歧管壁上凝結，導致油氣太稀發車不易。因此，在引擎到達工作溫度前，需要較濃的混合比來啓動和暖車(快怠速)。所以為了供應更濃的油氣，另增加一油路並由臘丸式控制閥控制。此油路在引擎未發動前為打開狀況而提供額外油量及空氣，當引擎鑰匙開關 ON 後，電路會加熱臘丸再籍由熱漲冷縮原理將閥門關閉。

二、噴射引擎機車系統介紹

噴射引擎是由感知器、電腦及致動器所組成，由各式感知器感測引擎之轉速、溫度、進氣壓力、節氣門位置以計算出進入引擎汽缸之空氣量，再作動噴油嘴將汽油噴入進氣歧管中，如圖 2 所示。另外在排氣歧管上裝有含氧感知器，其可由排氣測得進氣混合比之濃稀，並透過電腦以精確地使空氣與燃油之混合比值修正在 14.7 : 1 之理想值範圍，而使燃燒後之廢氣排放污染物減少。

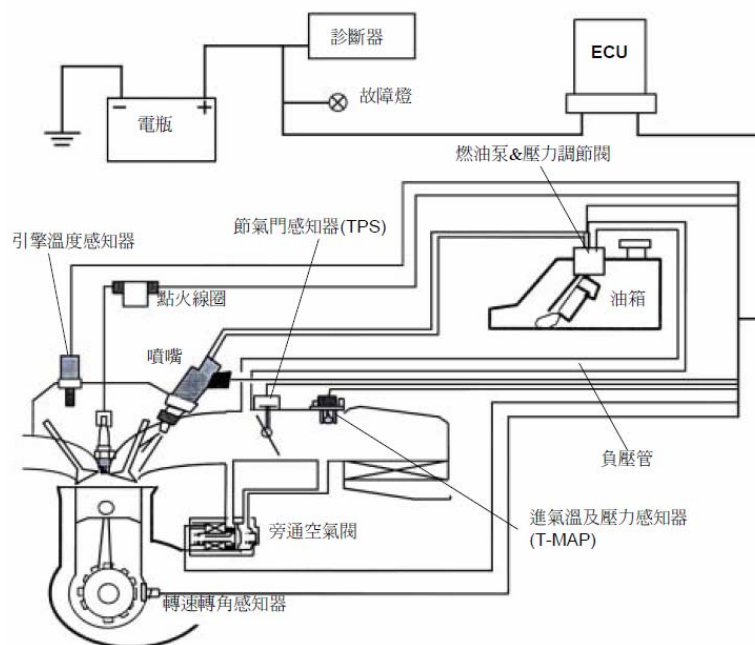


圖 2 噴射引擎系統圖

1. 含氧感知器

氧化鋯(ZrO_2)為固態電解質的一種，它有一種特性就是在高溫時氧離子易於移動。此型含氧感知器將氧化鋯燒結成管狀，並與內層與外層塗上白金(Pt)，這就是氧化觸媒的作用，當氧離子移動時即會產生電動勢，而電動勢的大小是依氧化鋯兩側的白金所接觸到的氧而定，最外層則覆蓋一層保護殼。內層白金面所大氣接觸，所以氧氣濃度高，外層白金與排氣接觸，氧氣濃度低。當混合比較高時，排放的廢氣所含的氧相對地減少，因此氧化鋯兩側的白金所接觸到的氧氣高低落差大，所產生的電動勢也相對高(將近1V)；當混合比稀時，燃燒完所多餘的氧氣較多，氧化鋯兩側的白金層的氧氣落差小，因此所產生的電動勢低(將近0V)。所以引擎控制電腦由此電壓訊號即可偵測到當時混合比的狀況。然而含氧感知器須在高溫才能發揮正常用作($400^{\circ}C \sim 900^{\circ}C$)，因此當引擎剛開始發動時，含氧感知器尚未開始作用，須等到達到其工作溫度才開始有電動勢的產生，所以之後的含氧感知器皆改良成加熱型，也就是利用陶瓷加熱器來使得感知器能也迅速地達到正常的作工狀態，因此目前的車型幾乎可以在引擎發動30秒後，含氧感知器即可供給電腦正確的訊號，有些車型甚至可以達到更低的時間。

當含氧感知器達到工作溫度時，其輸出電壓為0~0.9V。當輸出電壓為0.45V以上時則表示引擎空氣/燃料混合比比理論混合比(14.7:1)偏濃；當輸出電壓為0.45V以下時則表示引擎混合比偏稀，所以如果控制混合比而使含氧感知器之輸出電壓在0.45V上下跳動，則表示將引擎混合比控制在理論混合比附近之範圍內。

2.節氣門位置感知器(油門電位計)的運作原理

主要是車輛運作當中即時回饋給引擎控制電腦一個訊號,提供每一個單位時間的電壓差給引擎控制電腦做參考,方便讓電腦知道駕駛人油門的位置及單位時間變動率,來做供油與怠速馬達控制的依據

輸入電壓 5V

輸出電壓 怠速 0.45V~0.5V 全開 4.5V~5.0V

三、使用化油器系統之可行性分析

目前使用於機車上之化油器式與噴射引擎之優缺點如下表

表 2 化油器式與噴射引擎之優缺點

項 目	化油器式引擎	噴射引擎
耗油率	大	小
單位馬力	大	小
汽油霧化	差	佳
進氣阻力	大	小
污染物排放量	多	少

因為噴射引擎具有耗油率低、污染物排放量少的優點，所以汽車已經沒有化油器系統，而皆改為噴射引擎。自 98 年 1 月 1 日起，因為化油式機車無法通過五期環保，所以機車也都生產噴射引擎。雖然汽車與機車皆為內燃機，但實際上卻有所差別，其差別如表 3 所示。由表 3 可看出 1.機車因為是單缸引擎，所以進氣歧管較短，實際上混合氣很快就會進入汽缸，不易附著於管壁上。2.機車歧管壓力並不會穩定而是一直變化，所以利用歧管壓力來計算噴油量之方式並無法很準確。另外，雖然化油器式無法因溫度改變而修正油量，但如果我們也在排氣歧管裝上含氧感知器來回饋混合氣訊號在經由旁通道控制混合氣值，那就可以如同噴射引擎一般的。

表 3 汽車與機車引擎部份之不同處

項 目	汽車	機車
進氣歧管	長	短
引擎怠速	800RPM	1700RPM
汽缸數	多缸	單缸
歧管壓力	穩定	不穩定

四、本研究系統介紹

本研究首先將化油器換為具節氣門位置感知器(TPS)之化油器，如圖 3 所示。接著在排氣歧管上加上含氧感知器，如圖 4 所示。最後加上旁通閥，如圖 5 所示。



圖 3 具 TPS 之化油器



圖 4 含氧感知器



圖 5 旁通閥

本研究讀取引擎轉速、含氧感知器及節氣門位置感知器，以控制旁通閥修正空氣/燃料混合氣之混合比，並且將修正值儲存於 EEPROM 中。系統電路圖，如圖 6 所示。

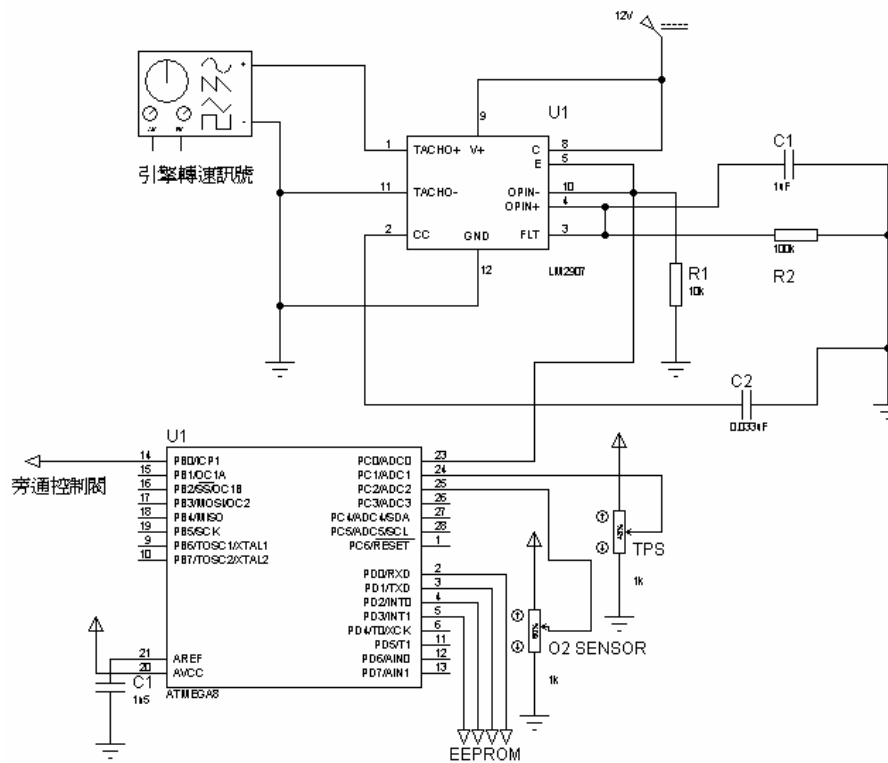


圖 6 系統電路接線圖

五、頻率轉電壓電路

爲了使單晶片減少負擔，因此計算頻率部份就由頻率轉電壓 IC 處理。本研究採用 LM2907 頻率轉電壓 IC，將引擎轉速之頻率轉換成電壓輸出。當引擎轉速增加時，引擎轉速感知器所產生之脈波頻率會隨之增加，轉換的電壓也會增加而且成一定比例，所以可以由轉換的電壓值可得知引擎轉速，其電路如圖 7 所示。另外，在 LM2907 頻率轉電壓 IC 之第 2 腳位接有一電容器。此電容器之電容量會改變輸入頻率與輸出電壓之比例值，如果此電容之電容量太小，則輸出電壓之比例值會隨之縮小；如果此電容之電容量太大，則輸出電壓之比例值會隨之變大。依 LM2907 之資料表得知

$$V_o = V_{cc} \times f_{in} \times R_1 \times C_1 \times K \quad (1)$$

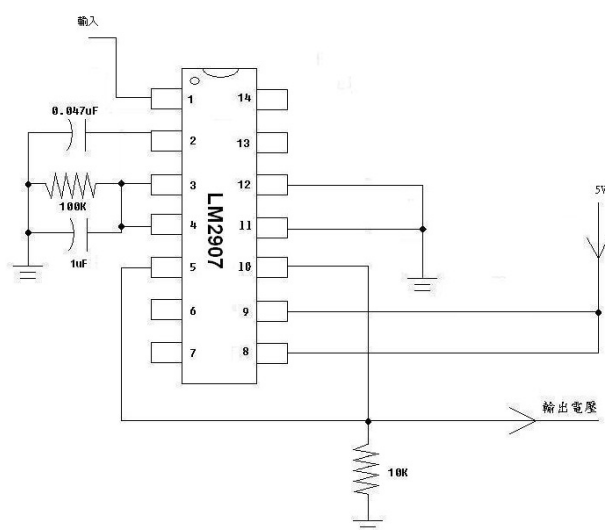


圖 7 頻率轉電壓之電路圖

六、程式設計及說明

程式流程圖，如圖 8 所示。因爲含氧感知器在未達到工作溫度時並沒有訊號輸出，所以程式一開始先讀取含氧感知器之訊號，等到含氧感知器開始有回饋訊號後才控制混合比之修正。另外在加速或有負載時，混合氣要濃於理論混合比值，也就是在節氣門位置感知器在固定位置及引擎轉速保持定值時才作動旁通閥。旁通閥是以 PWM(脈波調變寬度)控制，只要控制 ON 與 OFF 的百分比就可以控制旁通閥之旁通量，進而控制混合比之修正。最後當在引擎熄火，電源關閉時，將目前之修正值存在 EEPROM 裡，以便下一次直接使用此值修正。本研究設計之實際程式，如附錄所示。

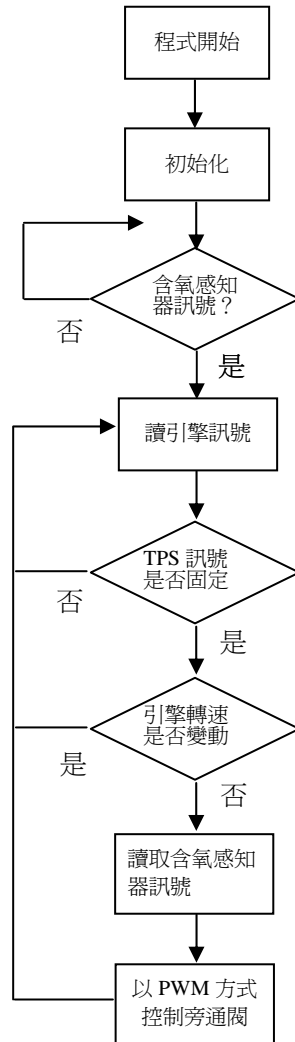


圖 8 程式流程圖

七、EEPROM 介紹

EEPROM 是一種可以重覆清除及寫入資料的一種記憶體，其最主要的特性為電源消失後，其資料仍能保存。下次提供電源時，仍能可讀出原先寫入的資料。本研究使用之 ATMEL 公司生產之 AVR MEGA 8 單晶片內建有 512bytes EEPROM 記憶體，可由 EEPROM 之 Register Description 來設定 EEPROM 之使用狀態。其 Register Description 如下所示

EEARH and EEARL – The EEPROM Address Register

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	
	-	-	-	-	-	-	-	EEAR8	EEARH
	EEAR7	EEAR6	EEAR5	EEAR4	EEAR3	EEAR2	EEAR1	EEAR0	EEARL
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	X	
	X	X	X	X	X	X	X	X	

EEARH—EEPROM 位址高位元 8bits

EEARL—EEPROM 位址低位元 8bits

可由此 EEARH 及 EEARL 設定要讀取或寫入的 EEPROM 位址

EEDR – The EEPROM Data Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	MSB							LSB	EEDR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

EEDR—要讀取或寫入 EEPROM 之資料放置位置

EECR – The EEPROM Control Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	-	-	-	-	EERIE	EEMWE	EEWE	EERE	EECR
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	X	0	

EERIE—EEPROM 準備好寫入之中斷致能

EEMWE—設定 EEPROM 之允許寫入致能，需要在 EEMWE 設定為 1 後之 4 個時脈，設定 EEWE，否則設定 EEWE 將為無效

EEWE—EEPROM 寫入致能

EERE—EEPROM 讀取致能

本研究會偵測在引擎怠速下之含氧感知器變化，當在 30 秒左右並且含氧感知器輸出電壓在 0.45V 上下變化 20 次以上時，則將此時之旁通閥控制值於斷電前儲存於 EEPROM 記憶體內，以便下一次控制旁通閥之初始依據。

八、PWM 控制原理

ATMEL AVR 系列單晶片內建有 PWM 功能，並可提供穩定及正確的 PWM 訊號。PWM(Pulse Width Modulation)稱為脈波寬度調變，常用於直流馬達的控制、電源變換器之穩壓控制、甚至是直流轉換交流弦波的控制等，汽車上則使用於旁通閥控制。其原理如圖 9 與 10 所示，圖中高電位的部份是旁通閥「動作(active)」時間，或叫做「責任週期(Duty Cycle)」，低電位的部份是旁通閥「停止(stop)」時間，兩者時間和即為一週期。當使用者想減少旁通閥之旁通量，只要減少動作的時間、增加停止的時間，並保持週期不變即可，如圖 9 所示。反之，如果想增加旁通閥之旁通量，則需要加長動作的時間、縮短停止的時間，並且保持週期不變，如圖 10 所示。由於旁通閥之旁通量係透過改變動作的時間比例，也就是圖 9 與 10 中高電位脈波(Pulse)的相對時間寬度(Width)，因此這樣的控制方式稱作脈波寬度調變。

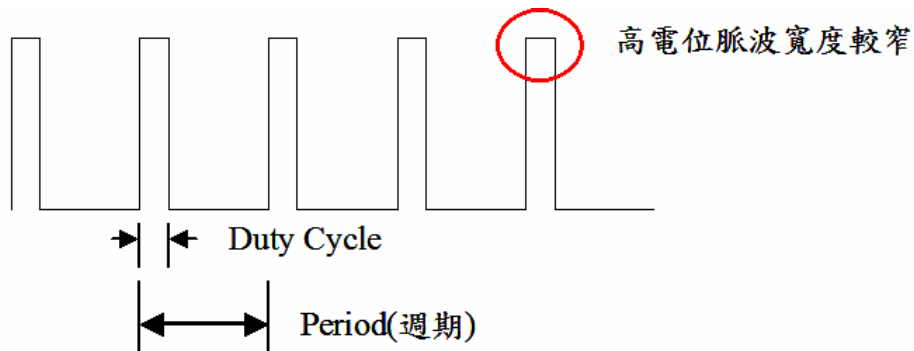


圖 9 PWM 動作原理於 ON 時間寬度較小時

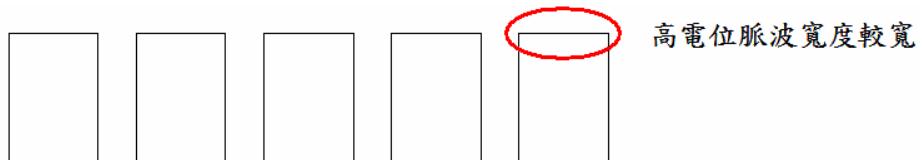


圖 10 PWM 動作原理於 ON 時間寬度較大時

伍·研究結果與討論

自 98 年 1 月 1 日起，皆已生產噴射引擎機車而已無生產化油器式機車。噴射引擎之基本噴油量是由多個感知器經電腦計算出來的，所以一旦有感知器故障則混合氣就不會是理想混合比值，因此反而會使廢氣污染物增加。而化油器式本身就是利用流體力學方式設計，油量會隨著空氣多寡而被吸出混合，也就是已有較不易故障之基本油量值。雖然此基本油量值會隨著溫度而改變，如加上修正油量設計則除成本比噴射引擎較少外也較不易有故障而影響引擎性能產生。

本研究使用 LM2907 頻率轉電壓 IC，將引擎轉速訊號轉換成電壓訊號，再經由單晶片內建之類比/數位轉換器將電壓訊號轉換成數位值，所以可由數位值計算出引擎轉速。經實際由函數產生器及 LM2907 電路量測，其頻率轉電壓之關係如圖 11。另外，使用具節氣門位置感知器(TPS)之化油器，並讀取引擎轉速訊號及含氧感知器訊號。含氧感知器可由排氣管量測到進入引擎汽缸之混合比，再以 PWM 方式控制旁通閥之旁通量以修正混合比。圖 12 為原來化油器式之廢氣分析儀量測值，圖 13 則為本研究之廢氣分儀量測值。由兩者可看出，原來化油器式之 HC 為 163PPM 及 CO 為 2.96%。本研究因為有含氧感知器之回饋訊號以修正混合比值，HC 為 148PPM、CO 為 1.44%，明顯比原化油器式低並可符合五期環保規定。另外，我們也讀取化油器式及本研究之含氧感知器訊號。圖 14 為原來化油器式之含氧感知器值，圖 15 為本研究之含氧感知器值。由兩者可看出，原來化油器式之含氧感知器值因為沒有修正，所以一直高於 0.5V，混合比處於偏濃狀態。本研究之含氧感知器值因為有修正，所以訊號會在 0.5V 上下跳動，而將混合比修正在理想值範圍內。

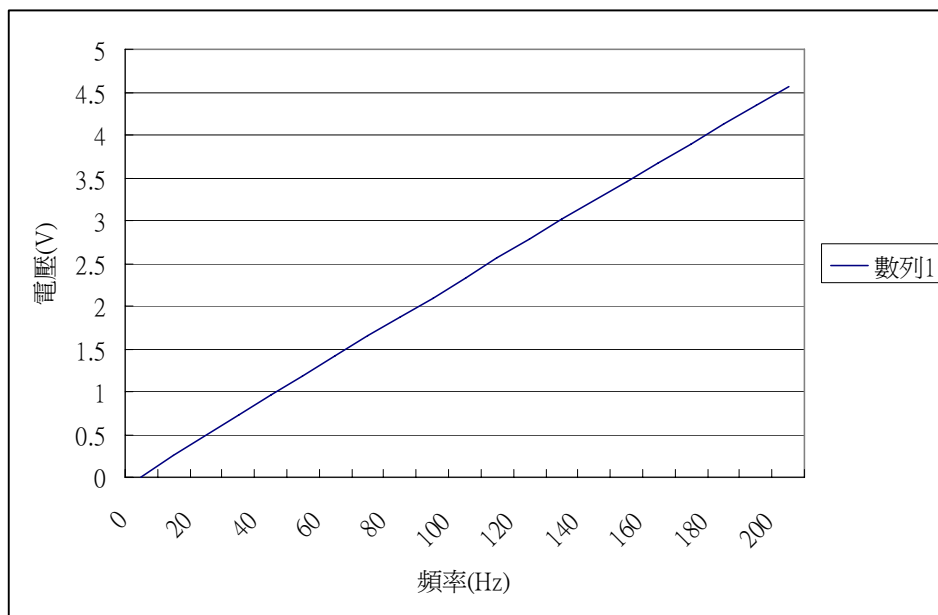


圖 11 頻率轉電壓之關係圖



圖 12 原化油器式引擎機車之廢氣分析值



圖 13 本研究之廢氣分析值

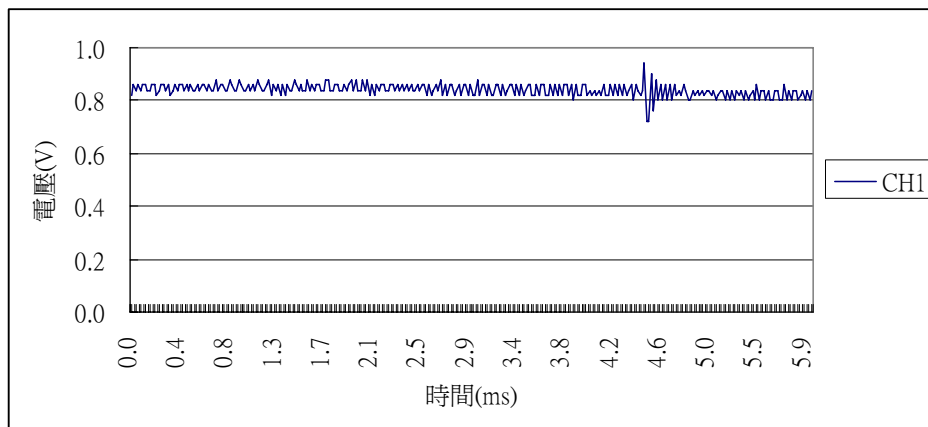


圖 14 原化油器式引擎機車之含氧感知器訊號

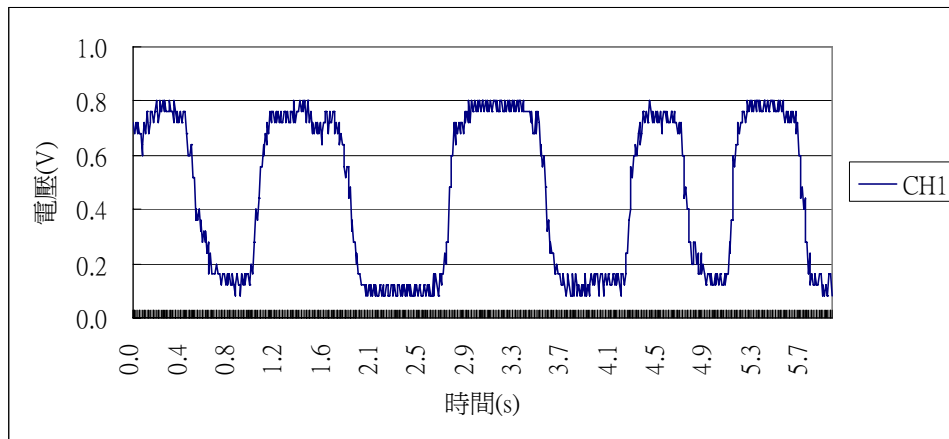


圖 15 本研究之含氧感知器訊號

陸·結論

結果顯示，本研究所製作之系統可減少製作成本、減少故障並有效減少廢氣污染物之排放量而符合五期環保規定。

柒·參考資料及其他

- 一、黃靖雄(民 90)。汽車學 I。台北市。全華圖書。
- 二、何義達(民 94)。汽車實習 III。台北縣。台科大圖書。
- 三、蔡燕山、蔡賜琦(民 96)。電子概論與實習。台北縣。台科大圖書。
- 四、孫宗瀛(民 90)。常用線性 IC 資料手冊。台北市。全華科技圖書。
- 五、孫宗瀛(民 92)。常用數位 IC 資料手冊。台北市。全華科技圖書。
- 六、盧明智(民 92)。感測器原理與應用實習。台北縣。台科大圖書。
- 七、松井邦彥(民 88)。感測器應用電路的設計與製作。台北縣。建興出版社。
- 八、許俊達等(民 94)。AVR 單晶片微處理器。台北縣。台科大圖書。
- 九、郁文工作室(民 94)。嵌入式 AVR 程式設計。台北市。全華圖書。
- 十、張志安、蕭柱惠(民 90)。數位邏輯實習。台北縣。台科大圖書。
- 十一、National Semiconductor(民 98)。LM2907/LM2917 Frequency to Voltage Converter。民國 98 年 10 月 21 日，取自：
http://www.100y.com.tw/pdf_file/LM2907,17.PDF。

附錄

```
#include <io.h>
#include <delay.h>
#define EEMWE 2
#define EEW 1
void ADC(void);
int O2_V,TPS_V,RPM_V;
int df_O2,bf_O2,df_TPS,bf_TPS,df_RPM,bf_RPM;
int cnt,ptr,cnt1;
interrupt [EXT_INT0] void ISR(void) //中斷副程式(int0)
{
    ptr++;
    if(ptr<10)
        {return;}
    else
        {ptr=0;}
    ADMUX=0x42; //**讀含氧感知器之電壓值
    ADC();
    O2_V=ADCW; //**
    df_O2=O2_V-bf_O2; //計算現在含氧感知器電壓值與上一次之差值
    if(O2_V>92) //**含氧電壓大於0.45V則OCR2+1並計算變化次數
        {
            OCR2++;
            if(bf_O2<92&&RPM_V<150)
                {cnt++;} //**
        }
    else //**含氧電壓小於0.45V則OCR2-1並計算變化次數
        {
            OCR2--;
            if(bf_O2>92&&RPM_V<150)
                {cnt++;} //**
        }
    if(OCR2>254) //**限制OCR2值於1~254範圍
        {OCR2=254;}
    if(OCR2<1)
        {OCR2=1;} //**
    bf_O2=O2_V;
    if(cnt>254)
```

```

    {cnt=254;}
}
interrupt [TIM0_OVF] void time0(void) //計時器中斷(time0)
{
    TCNT0=0;
    cnt1++;
    if(cnt1>=1000&cnt>=20) /**約30秒檢查O2變化是否超過20次，如有則將OCR2值寫入
EEPROM
    {
        cnt1=0;
        EEARL=1;
        EEDR=OCR2;
        EECR1=1<<EEMWE;
        EECR1=1<<EEWE;
        delay_ms(1);
        EECR1=0<<EEMWE;
    }
    else
    {cnt=0;}          /**
}
void main(void) //主程式
{
    DDRB=0xff;      /**設定輸入輸出方向
    DDRC=0;
    DDRD=0xc0;      /**
    ADMUX=0x40;     /**設定ADC
    ADCSRA=0x80;    /**
    TCCR2=0x6f;     /**設定fast PWM
    TCNT2=0;
    OCR2=30;        /**
    MCUCR=2;        //中斷使用INT0
    TCCR0=5;        /**設定time0
    TCNT0=0;
    TIMSK=1;        /**
    SREG=0x80;
    while(O2_V<92) /**程式迴圈直到含氧電壓超過0.45V
    {
        ADC();

```

```

O2_V=ADCW;
delay_ms(8000); /**
}
EEARL=1;      /**讀取上一次儲存於EEPROM之PWM資料
EECR1=1;
OCR2=EEDR;
delay_ms(1);  /**
while(1)
{
  ADMUX=0x41;  /**ADC讀取TPS值
  ADC();
  TPS_V=ADCW;
  df_TPS=TPS_V-bf_TPS;
  bf_TPS=TPS_V; /**
  ADMUX=0x40;  /**ADC讀取引擎轉速值
  ADC();
  RPM_V=ADCW;
  df_RPM=RPM_V-bf_RPM;
  bf_RPM=RPM_V; /**
  if(df_TPS<40&&df_TPS>=0&&df_RPM<20&&df_RPM>-20) /**如TPS或引擎轉速變化則
不修正混合比
  {GICR=0x40;}
  else
  {GICR=0;} /**
}
}
void ADC(void) //讀取ADC副程式
{
  ADCSRA|=0x40;
  while(!ADCSRA.4);
}

```

【評語】 091008

利用感知器的回饋訊號，以修正混合比值，對環保觀念清楚，構思值得嘉許，有助於在汽車本科系對電子控制的興趣。作品說明書欠缺問題與討論部分，參加高職組電子電機及資訊科，組員欠缺電子觀念，對電子電路的動作尚待補強。