

ISO 14230 實體層與資料鏈結層實作

褚文和¹ 賴大溪^{1*} 朱存權² 段宗廷³

¹國立虎尾科技大學車輛工程系 副教授

²國立虎尾科技大學車輛工程 教授

³國立虎尾科技大學機械與機電工程研究所 研究生

摘 要

本文主要在實現車上診斷系統二(OBDII)通訊協定 ISO14230 的實體層與資料鏈結層的應用。在實體層方面，應用 LM393 比較器設計出符合 ISO 14230 之轉換電路，使 K-Line 訊號的電壓準位能符合 ISO 14230 實體層規定並達成單工與雙工的轉換，進而使診斷系統能與電子控制單元(ECU)作溝通。在資料鏈結層部分，完成 ISO 14230-2 通訊協定的通訊服務雛型(Primitive)並依其訊框格式，作訊息資料的傳送與接收，並達成快速初始化的目的，使診斷系統與引擎電腦達成連線。本研究可作為其他通訊協定應用於診斷系統連線之參考模式，進而作為未來實現 ISO 14230 車輛診斷系統之前置作業。

關鍵詞：車上診斷系統二、診斷系統、電子控制單元、K-Line(K 線)。

*連繫作者：國立虎尾科技大學車輛工程系，雲林縣虎尾鎮文化路 64 號。

Tel: 05-6315451

Fax: 05- 6321571

E-mail: tslai@sunws.nfu.edu.tw

壹、前言

由於近年來環保意識抬頭以及石油能源的危機，近幾年來車輛排氣量與能源的運用也受到各家車廠所重視。隨著科技的進步，帶動車輛科技技術的發展，從最原始的機械結構，例如化油器、點火裝置等，皆以機械方式來作動，到現今採用大量電子裝置來控制汽油引擎燃燒的混合比，除了讓石油燃燒得更完全，也使日益嚴重的空氣污染得到了改善。然而各家車廠大量使用電子產品，使得車上電子設備越來越複雜，維修上也困難許多，不再像早期的車輛只是一些簡單的機械構造所組成，只需靠維修人員就可以做維修的工作。因此，各家車廠也開發出各自一套的診斷系統，例如：Consult、MUT-II 等，目的是能夠更快速以及更準確的找出故障源，方便維修人員進行車輛的維修。而近幾年來有許多學者針對診斷系統做出相關的研究，楊松桓[1]針對 OBD (On-Board Diagnostic) 系統的硬體及軟體的設計與建置作詳細的討論，並做完整的測試；謝明傑[2]研發出車輛 OBDII 與個人電腦的診斷系統；另外陳建燁[3]針對車輛 OBDII 與 CAN (Controller Area Network) BUS 通訊協定作出比較與介紹。由於每家車廠都有一套各自的診斷系統與診斷接頭，對消費者而言相當不方便。因此，美國汽車工程協會(Society of Automotive Engineers, SAE)制定出一套標準的診斷系統 OBD，包含了診斷接頭以及故障碼等，由於 OBD 對於診斷接頭與故障碼並沒有統一的標準，所以 OBDII 針對診斷接頭與通訊協定作統一的規範。為了要讓診斷系統與引擎電腦做溝通，SAE 也制定出許多通訊協定來提供車廠來使用，例如：ISO 9141、ISO 14230、SAE J2012、SAE 1979 等，這些通訊協定在診斷系統中，ISO 9141 主要制定實體層與資料鏈結層之相關規定；ISO 14230 除了 ISO 9141 之規定外並依 ISO 14229 之診斷服務加以修訂，制定有關汽車診斷之各項服務。用在連線初始化，SAE J2012 定義診斷系統的故障碼；SAE J1979 定義診斷車子模式。

本研究目的為實現 OBDII 通訊協定 ISO 14230 的實體層與資料鏈結層之應用並實作。本文利用個

人電腦之串列傳輸(RS232)與 ECU (Electronic Control Unit)做溝通，其中並依照通訊協定 ISO 14230-1 的規範設計之轉換電路，以達到單線轉雙線與訊號電壓準位轉換。另外在資料鏈結層應用上，本文採用 ISO 14230-2 之快速初始化，達成診斷系統與 ECU 初步溝通。

貳、文獻探討

近年來由於環保意識抬頭以及石油能源的危機，所以近幾年車輛電子也受到各家車廠的重視，也帶動診斷系統及引擎控制系統的發展。所以引擎故障診斷方面也受到許多國內外的研究。

曾建基[4]應用駕駛模擬系統探討車內資訊介面對行車安全的影響。袁大宏[5]利用控制局部網路在汽車中的運用。Kao [6]使用非線性觀測器，用來偵測引擎運轉時是否有失火現象，其偵測方法是使用壓力感知器直接偵測引擎氣缸內的壓力狀態，並應用引擎氣缸中的正常燃燒與異常燃燒的壓力差異，進行偵測與判斷。國際標準組織(ISO) [7]制定出 ISO 9141-2 (ISO 9141 CARB)。Laukonen 等人 [8]針對引擎作動器與感知器來做偵測，並使用模糊理論之模糊辨別(Fuzzy identification)系統，尋找引擎作動器與感知器的故障源。Fang 等人[9]使用偵測引擎排放廢氣時之壓力變化，在排氣管上裝上壓力感知器來偵測引擎的運轉狀態，並應用模糊理論的資料庫診斷方式，來診斷引擎的故障問題。國際標準組織(International Standards Organization, ISO) [10]制定出 SSF 14230 的通訊協定主要分為 part1 (ISO 14230-1)、part2 (ISO 14230-2) 與 part3 (ISO 14230-3) 三個部份。美國汽車工程協會(SAE) [11]制定出使用在 OBD 的診斷協定。國際標準組織(ISO)制定出 ISO 14230-3 [12]的通訊協定分為 part3 和 part4。

參、ISO 14230 實體層

ISO 14230 實體層描述 ECU 與診斷系統的連接方式和 ECU 與診斷系統邏輯訊號的介紹。圖 1 為

ISO 14230 系統可能的配置圖,其中 ECU 與診斷器 (Tester)連接方式可分為兩種模式,第一種為 K (K-Line) (實線部份),而另一種是 L (L-Line) (虛線部份)。K-Line 是屬於雙向傳輸,用在 ISO 14230 的連線初始化與資料傳輸上,而連線初始化在資料鏈結層再作介紹。L-Line 是屬於單向傳輸,只用在連線初始化上,所以必須要與 K-Line 同時存在。L-Line 完成初始化工作之後,其他時間他都保持電壓準位”1”的狀態(高準位狀態)。

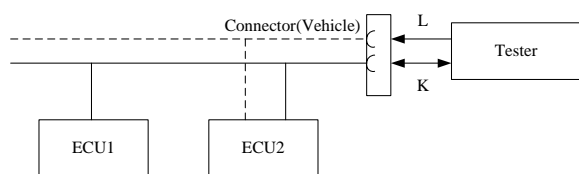


圖 1 ISO 14230 系統可能的配置圖

在訊號方面,主要利用訊號電壓準位的轉換來做邏輯(Logic) ”1”與邏輯”0”的轉換,圖 2 為 ISO 14230 訊號電壓準位,其中 V_B 是電瓶電壓,而傳送端(Transmitter)在 V_B 為 80% 以上代表數位邏輯”1”,而在 V_B 為 20% 以下代表數位邏輯”0”。接收端(Receiver)則是 V_B 為 70% 以上為”1”而 V_B 為 30% 以下為”0”。而本篇電瓶電壓為 12 伏特(V),所以傳送端的訊號電壓準必須為 9.6V 以上或 2.4V 以下($V_B=12V$),接收端的訊號電壓準位為 3.6V 以下或 8.4V 以上。

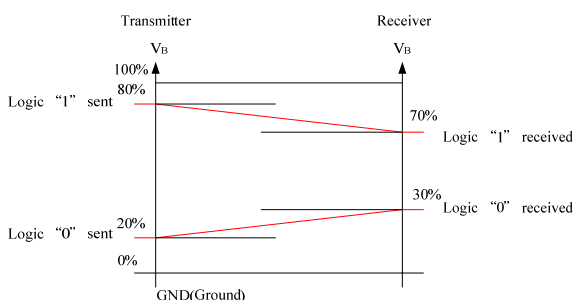


圖 2 ISO 14230 訊號電壓準位

肆、ISO 14230 資料鏈結層

由上敘得知 ECU 與診斷系統做溝通必須要滿足 ISO 14230 的訊號電壓準位的規範,但除此之外

還需要連線初始化成功後才能與 ECU 做溝通與診斷服務,而 ISO 14230 資料鏈結層主要在敘述資料訊框、連線初始化與通訊服務的介紹。

圖 3 為 ISO 14230 訊息框架,其中訊框框架分為三個部份,分別為 Header、Data bytes 與 Checksum :

- 一、Header : 總共有四個 Bytes 所組成,分別為 Format、Target address、Source address、Length。
- 二、Data bytes : 最大可到達 255 bytes,第一個 byte 是 SID(Service Identification Byte)。
- 三、Checksum : 放在訊框的最後一個位元組,把訊息每一 byte 的值相加在除 256 取得餘數來檢查串列傳輸過程中所傳輸資料是否正確。

Header				Data bytes			Checksum
Format	Target	Source	Length	SID	Max. 255bytes	SID	
							1 byte

圖 3 ISO 14230 訊息架構

ISO 14230 的 Fast initialization 連線初始化,它必須在鮑率(Baud rate)為 10400 速度下作初始化的工作,圖 4 為連線初始化 K-Line 訊號波形型態,其中 OBDII 會傳送喚起時間(T_{wup}),而喚醒時間必須大於或等於 300ms,而在傳送喚起時間之後,就要傳送訊號開始時間(T_{idle})和低準位時間(T_{inil}),表 1 為 ISO 14230 初始化時間參數,其中時間參數所容許誤差值在 $\pm 1ms$ 。在喚起時間過後,診斷系統就會傳送通訊服務 Start Communication Service,而 ECU 會在 $P_2(25\sim 250ms)$ 時間之後給予診斷系統回應值(Start Communication response)。

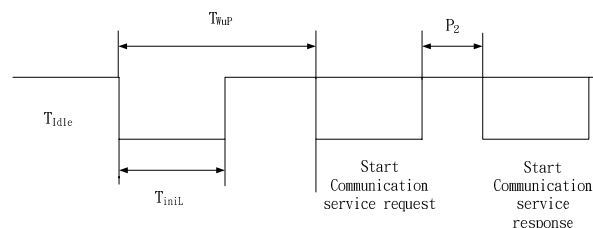


圖 4 ISO 14230 快速初始化

表 1 ISO14230 初始化時間參數

		min	max
T _{iniL}	25±1 ms	24 ms	26 ms
T _{WuP}	50±1 ms	49 ms	51 ms

ISO 14230 的通訊服務有 StartCommunication Service、Stop Communication Services 與 AccessTimingParameter Service 等。

StartCommunication Service 由上述得知它是提供連線初始化的第一通訊服務，此通訊服務只在 K-Line 上做連線初始化的動作，不能在 L-Line 上使用此通訊服務。而它傳送的訊號位元有 5bytes，分別為 Format、Target address、Source address、SID、Checksum。

Stop Communication Services 的目的是停止診斷服務，讓診斷系統停止再作通訊服務的要求，傳送的訊號位元有 6bytes，分別為 Format、Target address、Source address、Length、SID、Checksum。

AccessTimingParameter Service 的目的是可以改變或讀取 ISO 14230 的時間參數，ISO 14230 時間參數有 P1、P2、P3、P4 四種。

伍、ISO 14230 實體層實作

一、實體層實作架構

ISO 14230 的 ECU 傳輸模式可分為 K-Line 與 K-Line 和 L-Line 兩種模式，本研究是採用 K-Line 單線傳輸模式，K-Line 是採用半雙工的傳輸模式來做 ECU 資料的傳送與接收。由 ISO 9141 可知，其傳輸位元的資料格式與 RS232 相似，有起始位元、資料位元及停止位元等，故以 RS232 作為傳輸介面，較為適當。在診斷系統方面，本文利用個人電腦的 COM 埠端連接 RS232 的 9Pin 接頭做傳輸，表 2 為 RS232 腳位功能表，其中本研究利用 Pin2(RXD)、Pin3(TXD)、Pin4(DTR)三支腳位，DTR 是用來實現快速初始化的喚起波形(wake up pattern)。

表 2 RS232 腳位功能表

腳位 (Pin)	腳位名稱	說明
1	CD	數據機通知電腦有載波被偵測到
2	RXD	接收資料
3	TXD	傳送資料
4	DTR	電腦告訴數據機:可以進行傳輸
5	GND	接地
6	DSR	數據機告訴電腦:一切準備就緒
7	RTS	電腦要求數據機將資料送出
8	CTS	數據機告訴電腦可送出資料過來
9	RI	數據機告訴電腦有電話進來

在 K-Line 與 RS232 電壓訊號準位方面，K-Line 的電壓訊號準位為(0~12)V，而 RS232 的電壓準位為(+15~-15)V，所以在硬體電路設計上必須要符合兩端訊號準位才能夠使診斷系統與引擎電腦連線。

二、實體層實作

由於 ECU 與 RS232 的傳輸模式與電壓訊號準位的不同，所以藉由[13]到[14]K-Line 與 RS232 間的電路設計來規劃本文的轉換電路，其中利用 LM393 比較器來設計轉換電路，圖 5 為轉換電路基本架構，其中利用兩個比較器來實現單線雙工(K-Line)轉換成雙線單工(RXD、TXD)。在訊號電壓準位上，本文利用 RS232 送出 0x33 來做轉換電路在 K-Line 與 RS232 的訊號準位的測試，圖 6 為 RS232 的 TXD 接腳的電壓訊號波形，其中 A 為起始位元、B 為資料位元與 C 為結束位元。由於 RS232 傳輸順序由低位元組(LSB)到高位元組(MSB)，所以由示波器所看到 0x33 波形為 10bits(0110011001)所組成，其中第 1bit 為起始位元、中間 8bits 為資料位元及最後 1 bit 為結束位元。之後經過轉換電路到 K-Line 所接受的訊號，圖 7 為 K-Line 電壓訊號波形，其中 D 為起始位元、E 為資料位元與 F 為結束位元，由圖 6 和圖 7 得知 RS232 的訊號的電壓準位剛好與 K-Line 訊號的電壓準位相反，所以本文

利用比較器讓兩電壓準位能夠互相溝通。圖 8 為 ISO 14230 硬體架構簡圖，其中中華威利 1200CC 引擎電腦為診斷系統設計模型，並利用轉換電路與 RS232 作訊號準位與傳輸模式的轉換。圖 9 為 ISO 14230 硬體架構，其中左邊為中華威利 1200CC 引擎電腦，經轉換電路再與 RS232 作連接。

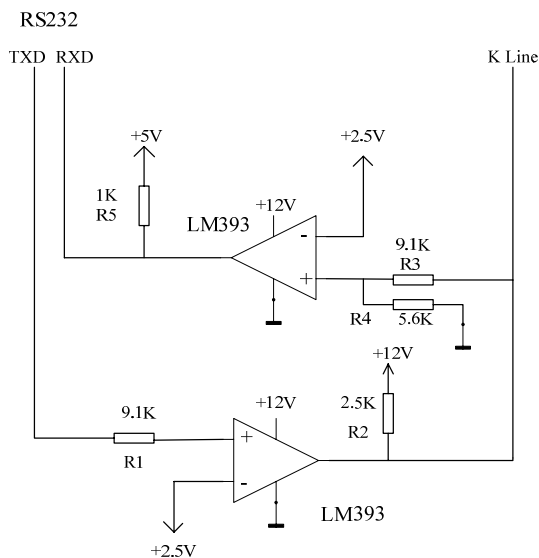


圖 5 轉換電路基本架構

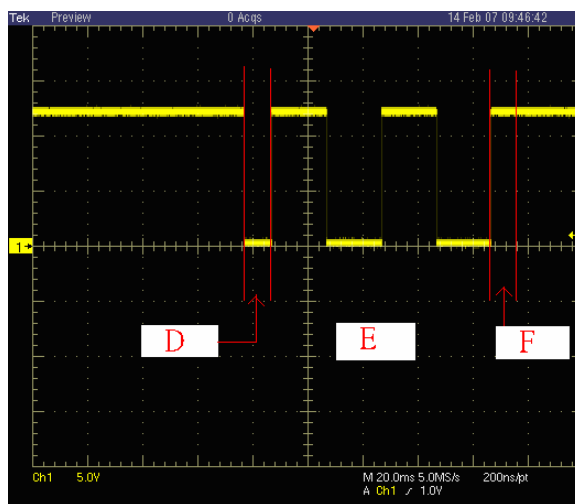


圖 7 K Line 電壓訊號波形

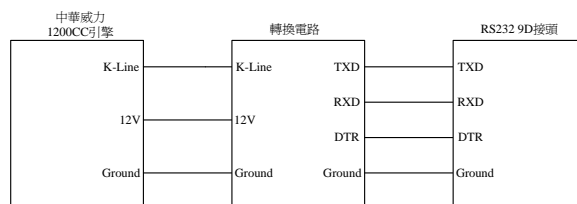


圖 8 ISO 14230 硬體架構簡圖

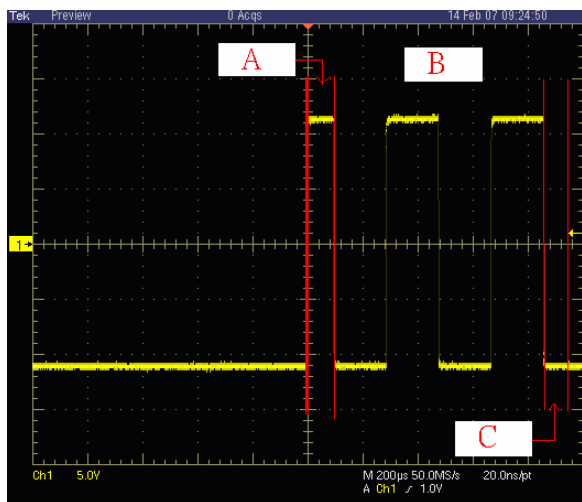


圖 6 RS232 的 TXD 接腳的電壓訊號波形

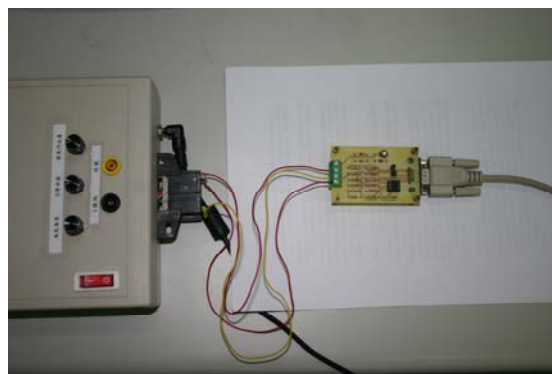


圖 9 ISO 14230 硬體架構

陸、ISO 14230 資料鏈結層實作

在 ISO 14230 資料鏈結層中，本文是利用 RS232 的 DTR 的腳位來實現喚起時間的訊號準位的轉換。當完成 ISO 14230 連線初始化後 ECU 會在 P2(25~250ms)時間內回應，假設沒有在規定時間內回應訊號就代表連線初始化未成功，圖 10 為連線初始化成功的訊號波形，其中 A 是快速初始化的喚醒時間，B 是通訊服務 StartCommunication

Service 訊號, C 是 P2 延遲時間, D 則是 ECU 回應的 StartCommunication response。

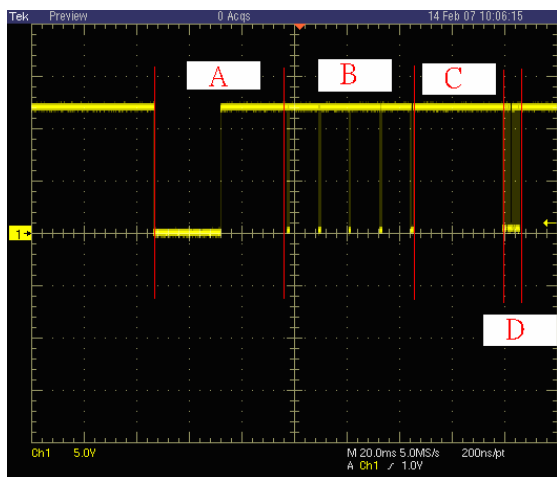


圖 10 連線初始化訊號波形

柒、結論

本文主要針對 ISO 14230 的實體層與資料鏈結層做分析與應用。在實體層應用上,本研究採用個人電腦的 RS232 做為診斷系統傳輸介面,因 RS232 在訊號準位與傳輸模式上與 ISO 14230-1 規範的不同,所以利用轉換電路來達到訊號準位轉換以及雙線轉單線之功能。本研究在轉換電路設計上採用 OP 比較器,當然也可以利用電晶體也能達到訊號轉換的目的,只是在設計電路時必須注意訊號準位以及雜訊干擾的問題,以防止訊號失真導致無法連線。而在資料鏈結層方面,本研究使用 ISO 14230 之快速初始化,其中鮑率設定必需為 10400,正負差只容許 0.5% 以內。另外利用 RS232 的 DTR 腳位來實現初始化的 High(高電位, 12V)與 Low(低電位, 0V)的訊號轉位轉換,並且利用 TXD 腳位傳送 StartCommunication Service。所以完成初始化工作必須依照協定規定的資料做傳送,假設不正確就無法與引擎電腦做連線與溝通。

捌、參考文獻

1. 楊松桓, 利用行動通訊建立的即時隨車診斷系統資訊回報軟硬體技術, 博士論文, 彰化師範

大學, 彰化(2004)。

- 謝明傑, 車輛 OBDII 個人電腦診斷系統製作, 碩士論文, 國立虎尾科技大學, 虎尾(2006)。
- 陳建燁, 車輛 OBDII 與 CAN BUS 通訊協定系統的演進與現況探討, 碩士論文, 國立虎尾科技大學, 虎尾(2005)。
- 曾建基, 應用駕駛模擬系統探討車內資訊介面對行車安全的影響, 碩士論文, 國立中央大學, 新竹(2002)。
- 袁大宏, 控制局部網路在汽車中的運用, 汽車技術雜誌, 第五期, (2003)。
- M. Kao, J. J. Moskwa, "Model-Based Engine Fault Detection Using Cylinder Pressure Estimates from Nonlinear Observers," Proceedings of the 33 IEEE conference on Decision and Control, PP. 14-16, Vol. 3, pp. 742-747(1994).
- ISO 9141, Road vehicles- Diagnostic systems Part2: CARB requirements for interchange of digital information," International Standards Organization (1994).
- E. G. Laukonen, K. M. Passino, V. Krishnasqami, G.-C. Luh, G. Rizzoni, "Fault Detection and Isolation for an Experimental Internal Combustion Engine via Fuzzy Identification," IEEE Transaction on control system technology, Vol. 3, No. 3, Sep. pp. 347-355(1995).
- X. Fang, Z. Kowalcuk, M. Kunwer, J. Gertler, M. Costin, R. Monajemy, "Model based diagnosis for automobile engine-algorithm development and testing on a production vehicle," IEEE Transaction on Control Systems Technology, March, 3(1), PP. 61-69(1995).
- SSF 14230, Keyword Protocol 2000-Part2-Data Link Layer Swedish Implementation Standard Based on ISO 14230-Part2-Data Link Layer, pp1-29(1998).
- SAE On-Board Diagnostics for Light and Medium Duty Vehicles Standards Manual, pp.

50(1998).

12. ISO 14230, Road vehicles-Diagnostic systems-Keyword Protocol 2000-Part3, pp. 1-9(1999).
13. http://pinouts.ru/Devices/car_obd2.shtml
14. <http://www.alfa145.co.uk/obd.html>

Cartography of physical layer and data link layer for ISO 14230

W. H. Chu¹ T. S. Lai^{1*} T. C. Jue² T. T. Tuan³

¹Associate professor, National Institute of Mechanical and Electro-Mechanical Engineering National

²Professor, Institute of Mechanical and Electro-Mechanical Engineering, National Formosa University

³Graduate, Institute of Mechanical and Electro-Mechanical Engineering, National Formosa University

Abstract

This paper describes the implementation of physical layer and data link layer of the ISO 14230 protocol for an OBD II diagnostic system. In physical layer, we design a K-Line/RS232 transformation circuit to conform the requirement of the ISO 14230 protocol standard by using a comparator LM393. The purpose of this circuit makes the voltage level of K-Line to satisfy the requirement of ISO14230 as well as switches between simplex and duplex such that the diagnostic system can communicate with the ECU. In the data link layer, besides the implementation of communication service primitives of the ISO 14230-2, we implement the Start Communication Service to transmit and receive the communication messages according to the message structure of the protocol. We also accomplish the fast initialization to make the diagnostic system and the ECU on-line. The study results make a foundation for other diagnostic protocol reference for an initialization as well as a preliminary works for the implementation of the desired ISO 14230 protocol diagnostic system.

Keyword : OBDII, diagnostic system, ECU, K-Line.

*Corresponding author: Institute of Mechanical and Electro-Mechanical Engineering, National Formosa University, No. 64, Wun-Hun Road, Hu wei, Yun lin 63208, Taiwan.

Tel: 05-6315451

Fax: 05-6321571

E-mail: tslai@sunws.nfu.edu.tw