

行車監視紀錄器

單位：新北捷運公司
報告人：林明憲

- 一、行車監視紀錄器概述
- 二、行車監視紀錄器功能
- 三、行車監視紀錄器系統架構
- 四、行車監視紀錄器介面
- 五、行車監視紀錄器維修
- 六、行車監視紀錄器軟體

一、行車監視紀錄器概述

現代化的電子行車監視紀錄器是基於列車內部其他電子設備之間的電子、電氣和資訊匯流排通訊的檢測，其主要目的是提供下列兩項運作的功能：

- (1) 在發生事故或意外時的調查
- (2) 監視駕駛員適當操控的可能性

因此，行車監視紀錄器是能夠儲存事件發生當下的位置、時間和更進一步發生的事件，所有的數據資料是被儲存在列車上的非揮發性記憶體，其資料內容可在機廠停駐或檢修時，被對應的分析軟體所讀取和評估

紀錄器是安裝於模組3天篷內，其具備高度可靠性(承受溫度/濕度/振動/衝擊/氣密等級如下表)，紀錄器內之資料有助於意外事故調查或故障查修判讀。

二、行車監視紀錄器功能

資料紀錄

為了便於事故調查與監視駕駛操控狀態的目的，這是必須與營運機構及/或代操作維修單位來共同定義那些運作資料被記錄下來是有用的，除了強制性的4項資料外，這些運作數據可包括如：

- (1) 日期(YYYY-MM-DD)
- (2) 時間(HH:MM:SS) 依據列車從無線電時鐘或內部無線電時鐘來的標準時間
- (3) 行駛里程(其中包括對里程表輸入的可信度檢查，例如針對2個不同的里程表輸入檢查或比對操作的命令)
- (4) 速度(具有至少1公里/小時的精度，並且包含1.2倍的最大行駛速度)
- (5) 車輛編號
- (6) GPS 定位(選配)
- (7) 線電壓的連接與電壓值
- (8) 靜態換流器的啟動

二、行車監視紀錄器功能

資料紀錄

- (9) 電池電壓
- (10) 馬達電流
- (11) 馬達動力
- (12) 行車模式和行駛方向
- (13) 主控制器設定位置值
- (14) 運行命令(前進/後退)
- (15) 打滑/空轉
- (16) 撒沙
- (17) 煞車命令
- (18) 摩擦煞車
- (19) 電磁軌道煞車
- (20) 電力煞車
- (21) 電氣解除彈簧煞車
- (22) 緊急煞車
- (23) 安全煞車
- (24) 乘客緊急裝置作動煞車
- (25) 其他煞車模式
- (26) 煞車系統氣壓缸壓力或油壓缸壓力
- (27) 列車駕駛失能保護裝置(DSD)狀態
- (28) 所有系統安全、緊急、隔離開關狀態
- (29) 轉轍器控制
- (30) 車門狀態(例如車門開啟/關閉，鎖定/解除鎖定與緊急開門裝置開啟)
- (31) 近/遠燈
- (32) 左/右方向燈

二、行車監視紀錄器功能

資料紀錄

行車監視紀錄器在行進時，至少每 0.5 米(相關位置/路線)紀錄數據；而在停止時，只有在狀態改變才紀錄(在事件觸發時是全部一起記錄)。

二、行車監視紀錄器功能

資料儲存

現代化的電子行車監視紀錄器所記錄的容量是已經遠大於所需的容量，依據製造商的經驗平均每 100 公里需要 1MB 的實際假定，這意味著若使用 256MB 的記憶體大約可提供 25000 公里的紀錄。而 2GB 的容量可記錄至少 200000 公里。

所使用的非揮發性記憶體是針對外部干擾、防火和防水依據 GM/RT 2472 “列車資料紀錄器的要求” (*Requirements for Data Recorders on Trains*) 所保護，對於防止意外的修改保護，則是確保只能透過供應商的特定軟體來修改。

二、行車監視紀錄器功能

資料儲存

資料的儲存是依據先進先出(FIFO)的無限循環原則，意外事故的數據是被禁止覆寫的，並有適當的措施和行動來預防，以下兩點是進一步的數據操作：

- (1) 在行車監視紀錄器啟動後，其車輛編號、當天日期(YYY-MM -DD)和時間(HH:MM:SS)以及紀錄器的編號會被自動儲存在記憶體
- (2) 在刪除所有以前的數據後，重新使用已用過的記憶體是被允許的

所有記憶體可儲存數據至少一年不會損失，此功能是保證有 10 年的使用壽命。

二、行車監視紀錄器功能

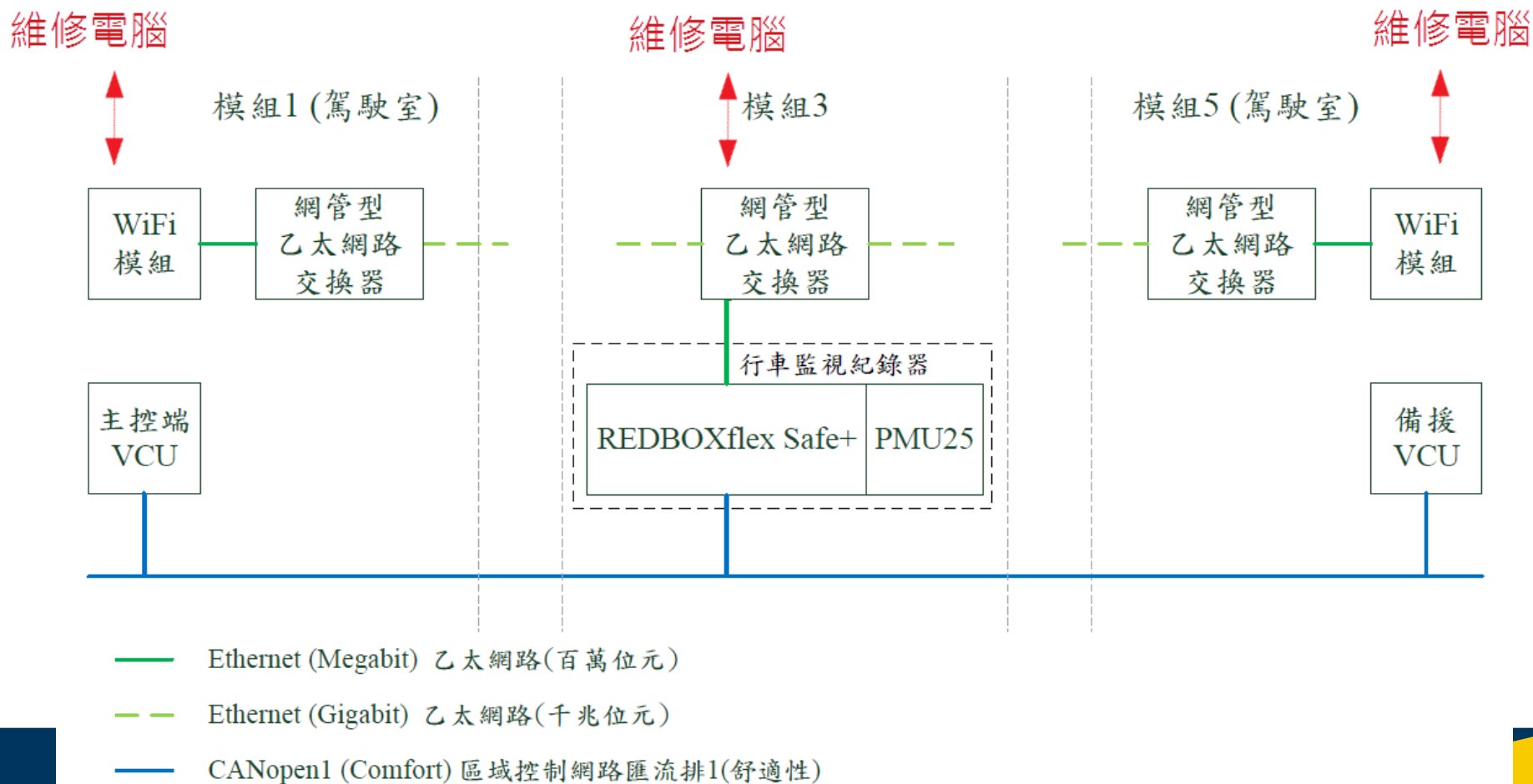
資料報表

所儲存的資料可被維修電腦/筆記型電腦內的供應商之特定軟體所讀取，此軟體允許表格或透過修訂和儲存的圖形顯示數據(如插入/計算數據、輸入車輪直徑)。

行車監視紀錄器的資料庫可由下列 3 種不同的方式在機廠內進行連接：

- (1) 透過維修電腦/筆記型電腦的 USB 來下載記憶體內的數據
- (2) 透過維修電腦/筆記型電腦的乙太網路來下載讀取記憶體內的數據
- (3) 透過維修電腦/筆記型電腦的 Wi-Fi 來下載讀取記憶體內的數據，這主要也是藉由乙太網路界面來連接。

三、行車監視紀錄器系統架構



三、行車監視紀錄器系統架構

設備說明

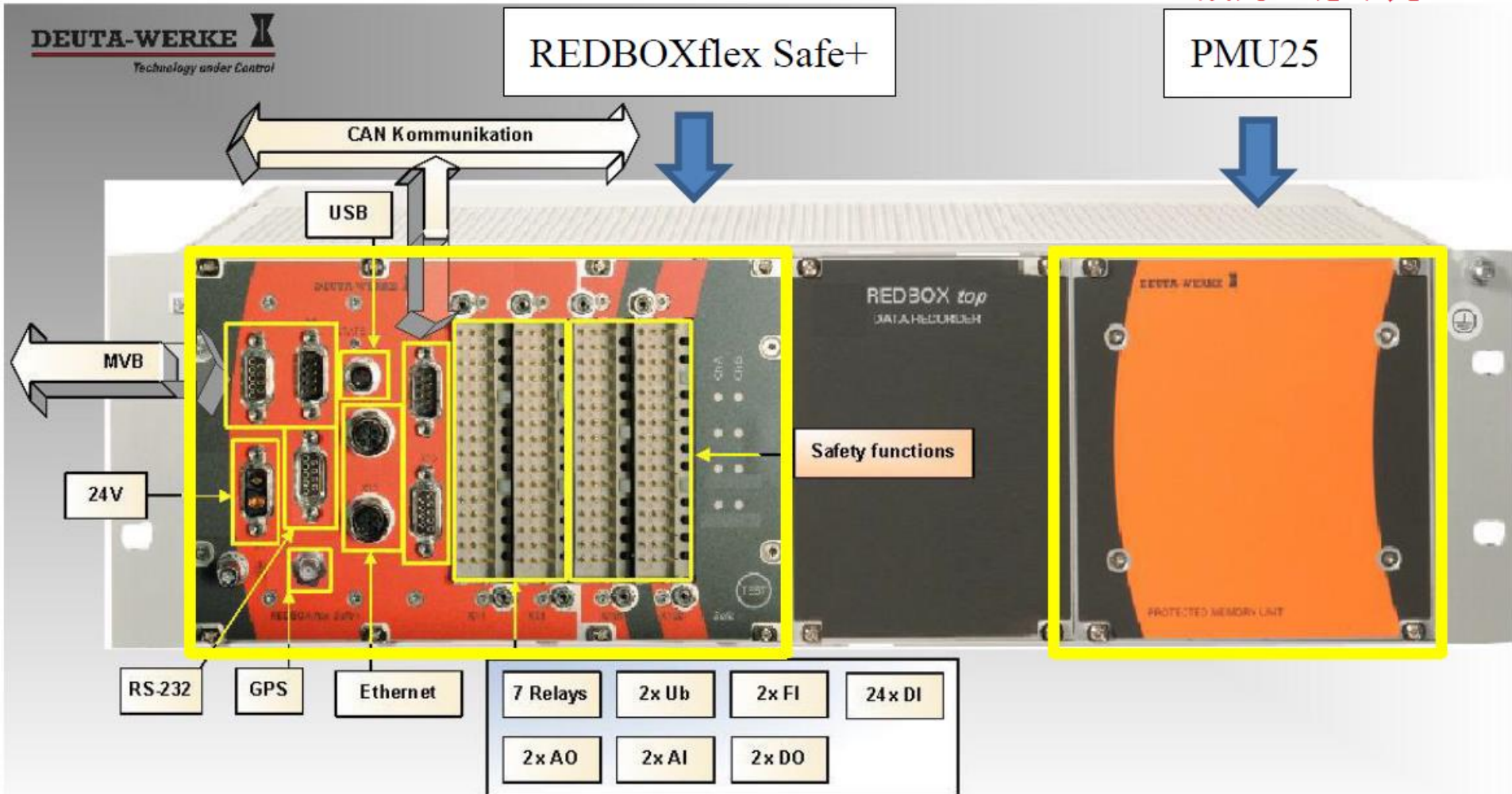
REDBOXtop Safe+

行車監視紀錄器單元

受保護的記憶單元

REDBOXflex Safe+

PMU25



三、行車監視紀錄器系統架構

REDBOXflex Safe+

Deuta 公司的 REDBOXflex Safe+ 包含通訊結構、微處理器、與儲存模組，此儲存模組是一個內置非揮發性的 CF 卡，其外型如圖 2.4-2 所示。

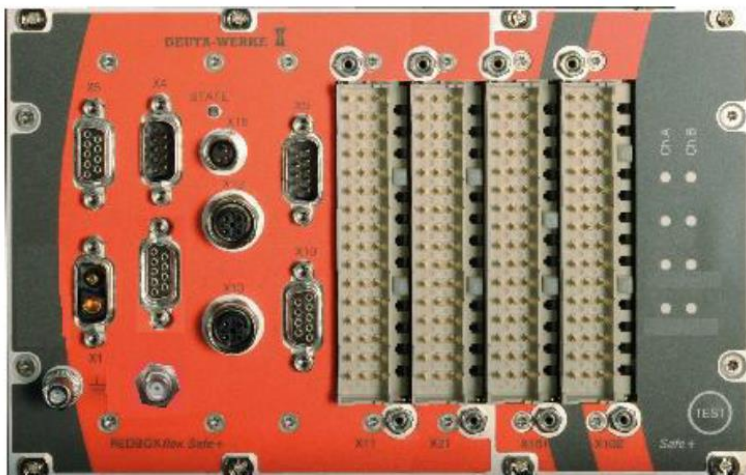


圖 2.4-2 Deuta REDBOXflex Safe+外型圖

電氣規格與環境條件	
額定電壓	24 VDC
消耗功率	最大 30 W (典型 10 W)
溫度範圍	-25°C 至 70°C (運作) -40°C 至 85°C (儲存)
記憶體型式/容量	內置 CF 卡/2GB
通訊界面	CAN、乙太網路
更新下載界面	2 組乙太網路、1 組 USB
符合標準	EN 50155
機械規格	
尺寸大小	202 x 128.4 x 169mm (寬 x 高 x 深)
重量	約 2.5 公斤
防護等級	IP 20

三、行車監視紀錄器系統架構

REDBOXflex Safe+

運作模式

行車監視紀錄器的運作是依據先進先出(FIFO)的工作原理，此外其記錄器具有密碼設定功能，以防止未經授權的存取與操作，一般資料的儲存是基於事件的發生，但在規定的時間強制儲存也是可以，因此為了滿足業主需求其是被設定 0.25 秒的取樣頻率，正常情況下一個事件的發生是會超過 0.25 秒，其被定義的訊號在每次的儲存都會完整的被記錄，不論其訊號內容是否被改變。

三、行車監視紀錄器系統架構

REDBOXflex Safe+

維護概念

分析/評估其行車監視紀錄器之內容資料是透過標準的網頁瀏覽器來執行，藉由訪問與密碼登入該 IP 位置即可進行資料下載或分析作業，於此額外的作業系統和應用軟體是不需要的，原則上是有可以從世界各地進行的網路登入作業，但基於安全的考量是沒有在這個專案使用，然而下載其所記錄的數據是有下列兩種方式：

- (1) 透過行車監視紀錄器面板上的 USB 2.0 界面
- (2) 透過安裝於模組 3 的網管型乙太網路交換器之下載更新服務埠

所有的資料是以記錄器內部格式被儲存在記錄器內，但可以被匯出並轉換成標準格式(例如：Excel 的.xlsx 檔)儲存，其下載資料可由 DEUTA ADS4 軟體進行分析。

三、行車監視紀錄器系統架構

受保護的記憶單元(PMU25)

符合 IEEE 1482.1-1999 標準的防火和防水的資料紀錄器是附加在行車監視紀錄器的旁邊，其結構為共用機架，其紀錄的內容是與 REDBOXflex Safe+ 相同，使用的設備外型如圖 2.4-5 所示。



圖 2.4-5 PMU25 外型圖

三、行車監視紀錄器系統架構

受保護的記憶單元(PMU25)

環境條件	
溫度範圍	-25°C 至 70°C (運作) -40°C 至 85°C (儲存)
濕度	年平均：小於 75%相對溼度 每年連續 30 天：95%
海拔高度	EN 50125-1 的 AX 類 (海拔 2000 公尺)
衝擊/振動	IEC 61373 第 1 類別 B 類
機械規格	
外殼材質	鍍鋅鋼板
尺寸大小	152 x 128.4 x 180 mm (寬 x 高 x 深)
重量	約 3 公斤
防護等級	外殼(機械保護)：IP 20 內殼(氣密性保護)：IP 67
適應能力	
溫度	650°C 約 30 分鐘 300°C 約 60 分鐘 100°C 約 5 小時
靜態壓力	110 kN (25000 磅)5 分鐘
靜態水壓	15 米 48 小時
衝擊	最大 55g 加速度, 持續 100 毫秒
氣密性	防水、防鹽、防油、防火物質(10 分鐘), 各種液體 48 小時

技術規格

記憶體性能	
記憶體型式/容量	快閃記憶體/2GB
讀取速度	最小 1Mbit/s
寫入速度	最小 0.85 Mbit/s
電氣規格	
電源供應	5 VDC (4.75 ~ 5.25 VDC)
電源接頭	USB 2.0 M8 接頭
消耗電流	200mA
可靠度	
MTBF	1,500,000 小時(預測值)
工作時間	8760 小時(40°C)

四、行車監視紀錄器之介面

資料紀錄介面：

- (1) 1 組乙太網路 M12 接頭
- (2) 1 組 CANopen D-Sub 9 pin 接頭
- (3) 1 組 GPS 同軸端子界面(選配)
- (4) 2 組類比輸入(依據 VDV 165 其電壓範圍為 0-10VDC 且電流範圍為 4-20mA)
- (5) 16 組數位輸入(依據 VDV 165 其數位電壓範圍至少是 0-24VDC)
- (6) 2 組頻率脈衝輸入用於車速或里程表
- (7) 1 組車輪直徑輸入

四、行車監視紀錄器之介面

資料輸出介面：

- (1) 1 組 CANopen D-Sub 9 pin 接頭
- (2) 6 組數位可編輯的輸出，依據 VDV 165 其數位電壓範圍至少是 0-24 VDC (速度、位置和時間等)
- (3) 1 組故障的輸出(在還原或資料記錄失敗或儲存的情況下)

資料報表介面：

- (1) 1 組乙太網路 M12 介面
- (2) 1 組 USB 接頭
- (3) 1 組可上鎖的 SD 卡插槽(選配)

所有紀錄的數據必須能夠透過特定的資料輸出介面和資料報表介面來提供給列車的其他子系統，利用其可用的介面數量是可以實現業主需求書所要求的所有數據紀錄項目。

四、行車監視紀錄器之介面

對於電源端有防止非預期或列車電源系統被意外關閉的保護(例如電池接觸器的跳脫)，因此行車監視紀錄器是被分別連接到電池，並且只會在列車電源關閉時才會被關閉，所以它可以紀錄和儲存所有出現的資料和事件。

行車監視紀錄器可攜式測試設備與行車監視紀錄器的連接界面為標準乙太網路(Ethernet)，通訊協定為 TCP/IP，其連接方式為透過筆記型電腦的乙太網路埠(RJ-45)與列車模組 3 設置的下載更新服務埠(M12 D-code)來進行網路連線如圖 2.1-1 所示，此外亦可直接與行車監視紀錄器 X12 或 X13 的 M12 乙太網路埠來進行網路連線如圖 2.1-2 所示。

預設的可攜式測試設備 IP 位址為 192.168.001.001，子網路遮罩為 255.255.255.0。

而預設的行車監視紀錄器(REDBOX)之 IP 位址為 192.168.001.032，子網路遮罩為 255.255.255.0。

四、行車監視紀錄器之介面

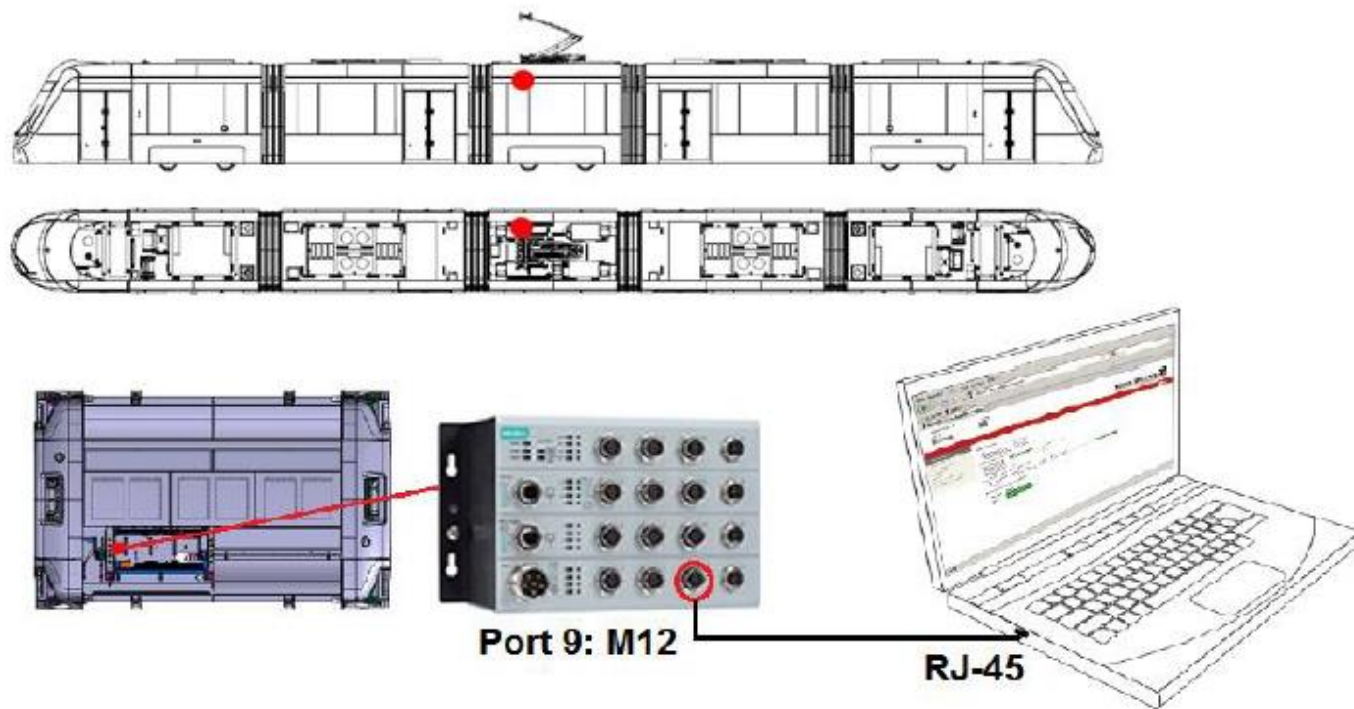


圖 2.1-1 與列車模組 3 設置的下載更新服務埠(M12 D-code)來進行網路連線

四、行車監視紀錄器之介面

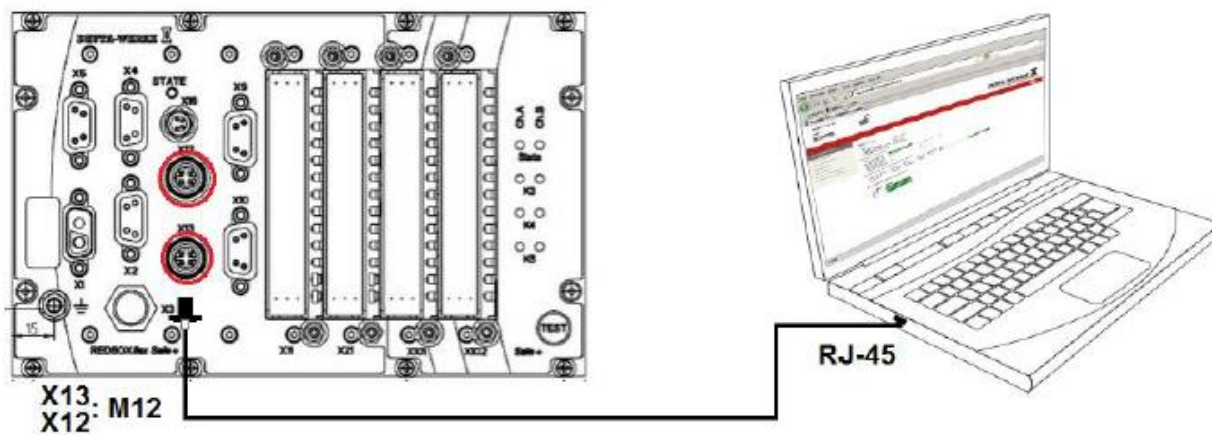


圖 2.1-2 與行車監視紀錄器 X12 或 X13 的 M12 乙太網路埠來進行網路連線

五、行車監視紀錄器之維修

安裝位置

行車監視紀錄器的 REDBOXtop Safe+ Typ1byb 多功能紀錄器是安裝於模組 3 天篷內，詳細安裝位置如下圖所示：

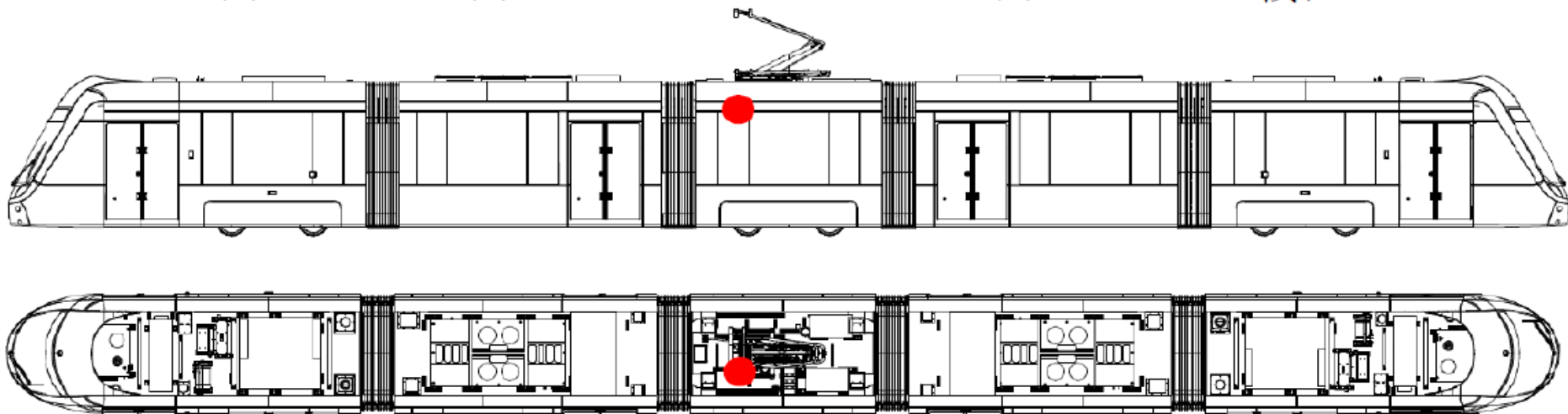
模組 5

模組 4

模組 3

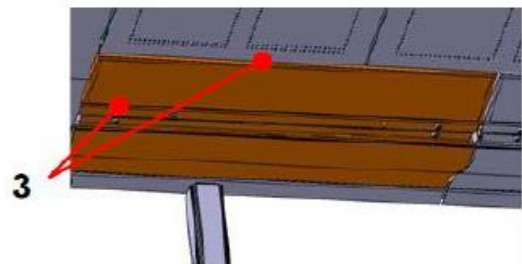
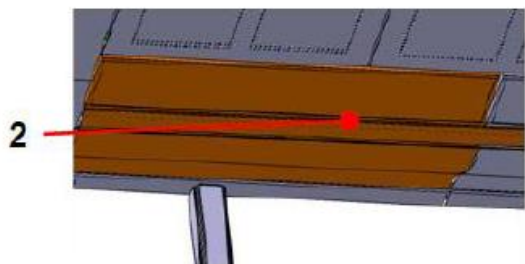
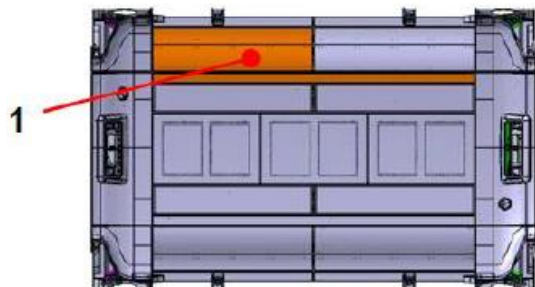
模組 2

模組 1



五、行車監視紀錄器之維修

安裝位置

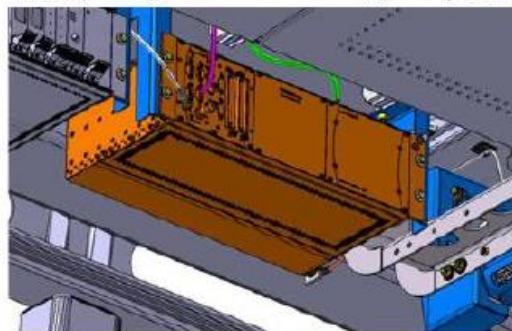
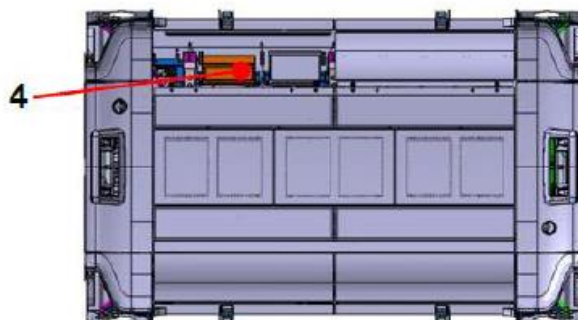


1. REDBOXtop Safe+ Typ1byb 多功能紀錄器安裝位置。

2. 移除中間的面板。

3. 開啟固定鎖，其內裝板即可打開。

4. REDBOXtop Safe+ Typ1byb 多功能紀錄器。



五、行車監視紀錄器之維修

行車監視紀錄器是監視著預先定義的事件和處理程序，其主要是著重於紀錄日常營運的數據，此外配備的 Safe+模組另外提供如下的安全性功能：

1. 列車駕駛失能保護裝置。
2. 倒駛防護。
3. 靜止辨識。
4. 速度輸出。

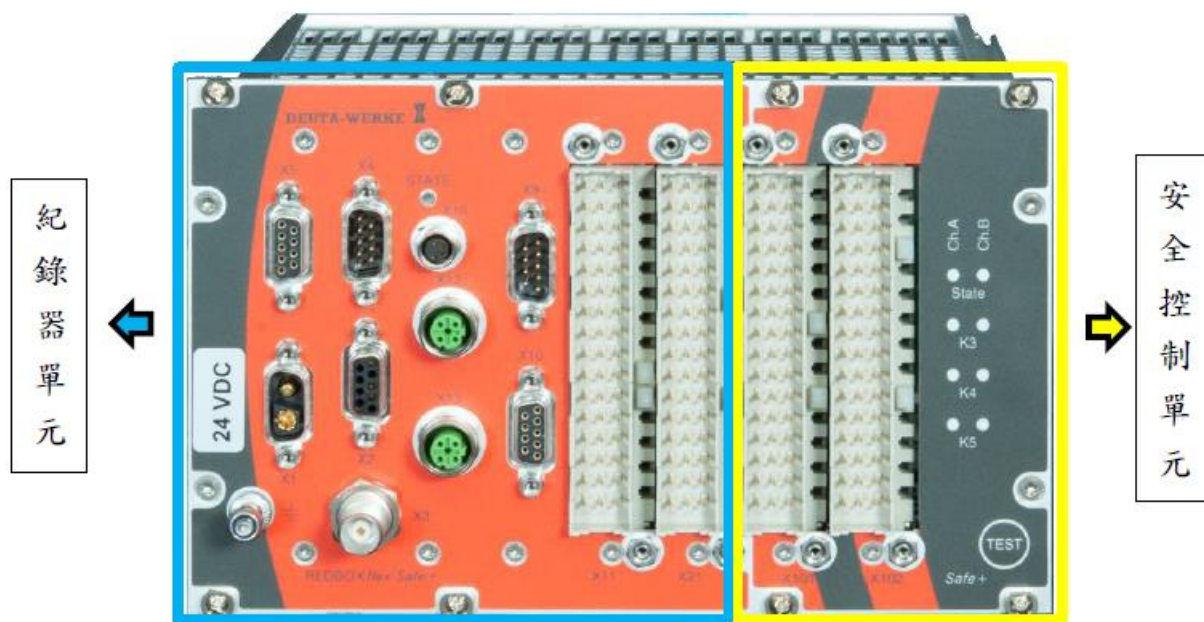


圖 2.2-2 REDBOXflex Safe+(行車監視紀錄器單元)外觀圖

五、行車監視紀錄器之維修

運作狀態指示燈

行車監視紀錄器設有運作狀態指示燈(LED)，其對應狀態如下：

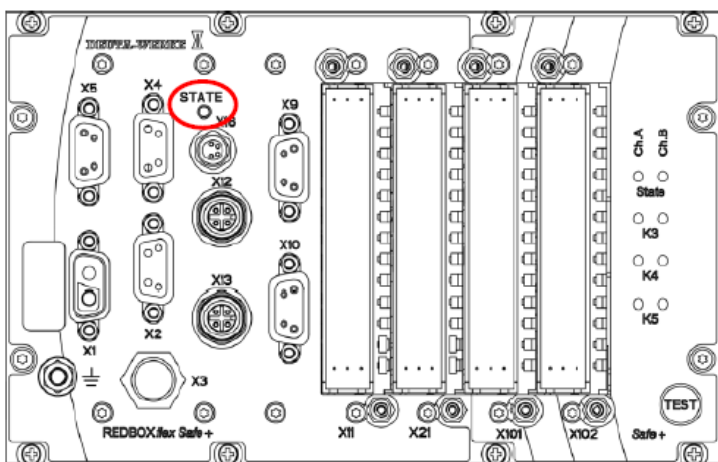
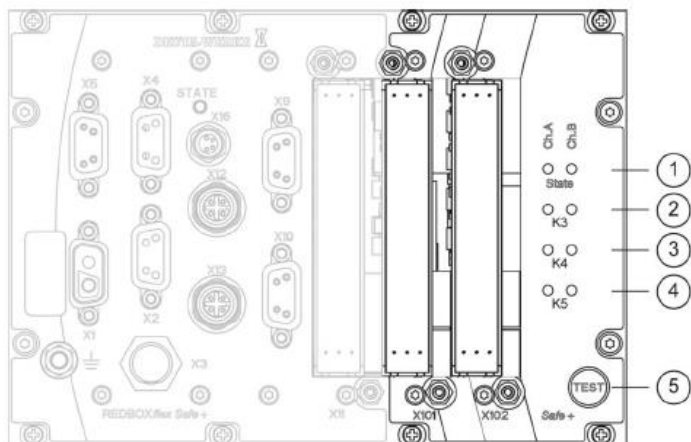


表 9.3-5 行車監視紀錄器運作狀態指示燈(LED)含義

LED 顏色	描述	措施
無	行車監視紀錄器無電源	-
綠色 (持續)	行車監視紀錄器正常運作 (列車靜止中)	-
綠色 (緩慢閃爍)	行車監視紀錄器正常運作 (列車移動中)	-
黃色 (持續)	一般告警	透過安裝於模組3的網管型乙太網路交換器之下載更新服務埠來取得更多診斷訊息。
紅色 (持續)	低於 30 秒： 行車監視紀錄器啟動中。	等待設備完成啟動過程。
	超過 30 秒： 行車監視紀錄器不正常運作： • 組件損壞 • 載入運作程式出現錯誤	<ul style="list-style-type: none"> 重新啟動行車監視紀錄器。 透過安裝於模組3的網管型乙太網路交換器之下載更新服務埠來取得更多診斷訊息。
紅色 (緩慢閃爍)	資料沒有被記錄！ • 紀錄單元處於維護模式 • 當前配置無效且行車監視紀錄器缺少預設配置運作中	安裝有效的配置。
綠色 (快速閃爍)	資料下載完成	若使用外部記憶單元(USB)來下載資料，則此時可以被移除。
黃色 (快速閃爍)	透過外部記憶單元(USB)下載資料中或串列界面處於活動狀態	-
紅色 (快速閃爍)	透過外部記憶單元(USB)下載資料中或串列界面處於錯誤中止狀態	若使用外部記憶單元(USB)來下載資料，則此時不可被移除。
黃色/綠色 (快速閃爍)	未偵測讀取到外部記憶單元的配置	確認讀取外部記憶單元的配置與重新插入外部記憶單元。

五、行車監視紀錄器之維修

Safe+模組運作狀態指示燈



編號	LED 名稱	LED 狀態	含意
1	狀態 (State)	綠色燈亮起	正常運作
		綠色燈閃爍	輕微錯誤：若此錯誤係因為操作不當造成，可用重新關閉後再開啟的方式解決問題。否則的話，須更換裝置（例如薄膜按鈕故障）。
		紅色燈閃爍	中度錯誤：若此錯誤係因為控制故障或外部接線錯誤等原因造成，可用重新關閉後再開啟的方式解決問題。若感測器發生故障，應更換故障的感測器。 - 或者列車駕駛失能保護裝置關閉。 - 或者 Safe+ 模組在未作用狀態（行駛閒置狀態）。
		紅色燈亮起	裝置嚴重故障、無法再監控、記錄器單元持續記錄。 必須更換整組記錄器單元。
2	K3	關閉	駕駛失能保護激磁，接點閉合，煞車釋放。
		綠色燈亮起	駕駛失能保護失磁，接點開啟，列車煞車。
3	K4	綠色燈亮起	零速度繼電器激磁，接點閉合，列車靜止。
		關閉	零速度繼電器失磁，接點開啟，列車移動。
4	K5	關閉	倒駛繼電器激磁，接點閉合，倒駛防護未作動。
		綠色燈亮起	倒駛繼電器失磁，接點開啟，倒駛防護作動。

五、行車監視紀錄器之維修

拆卸與安裝

步驟 1：取下天棚蓋板飾條。

用手移除取下天棚蓋板飾條。

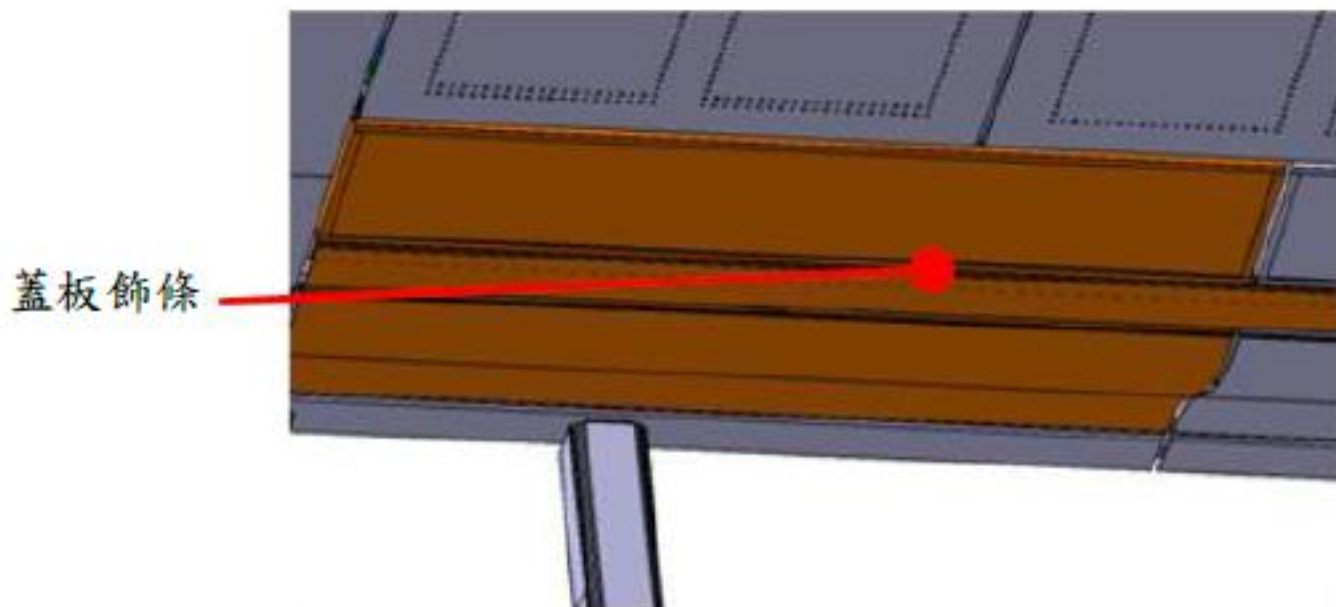


圖 9.3-8 取下天棚蓋板飾條

五、行車監視紀錄器之維修

拆卸與安裝

步驟 2：開啟天棚蓋板。

用檢修三角鎖開啟天棚蓋板與客室日光燈板。

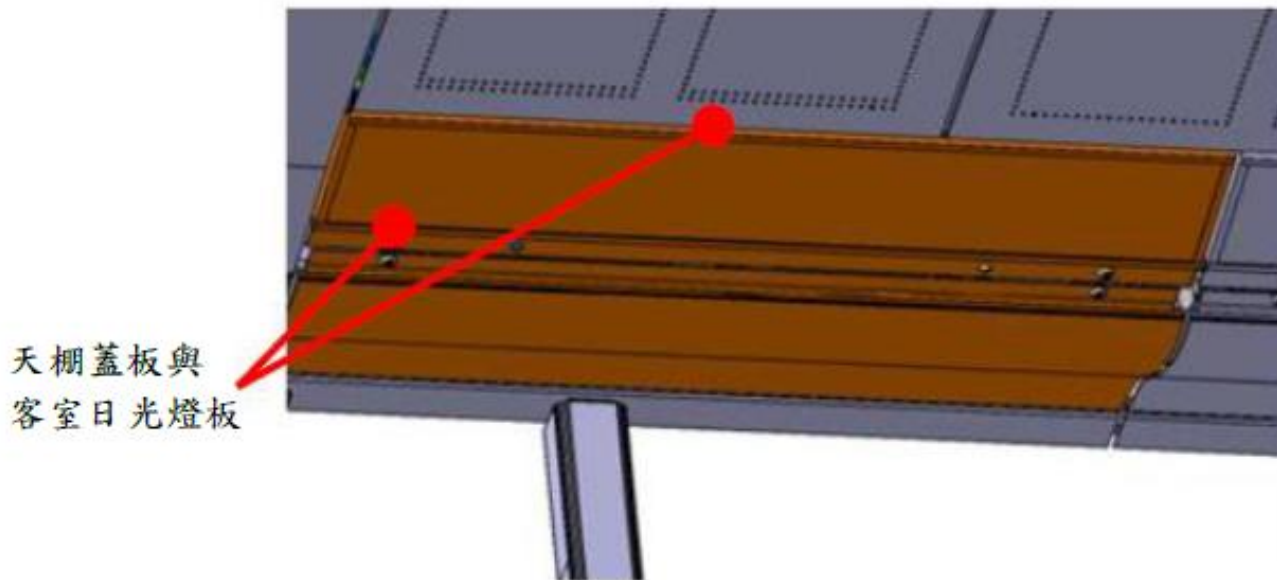
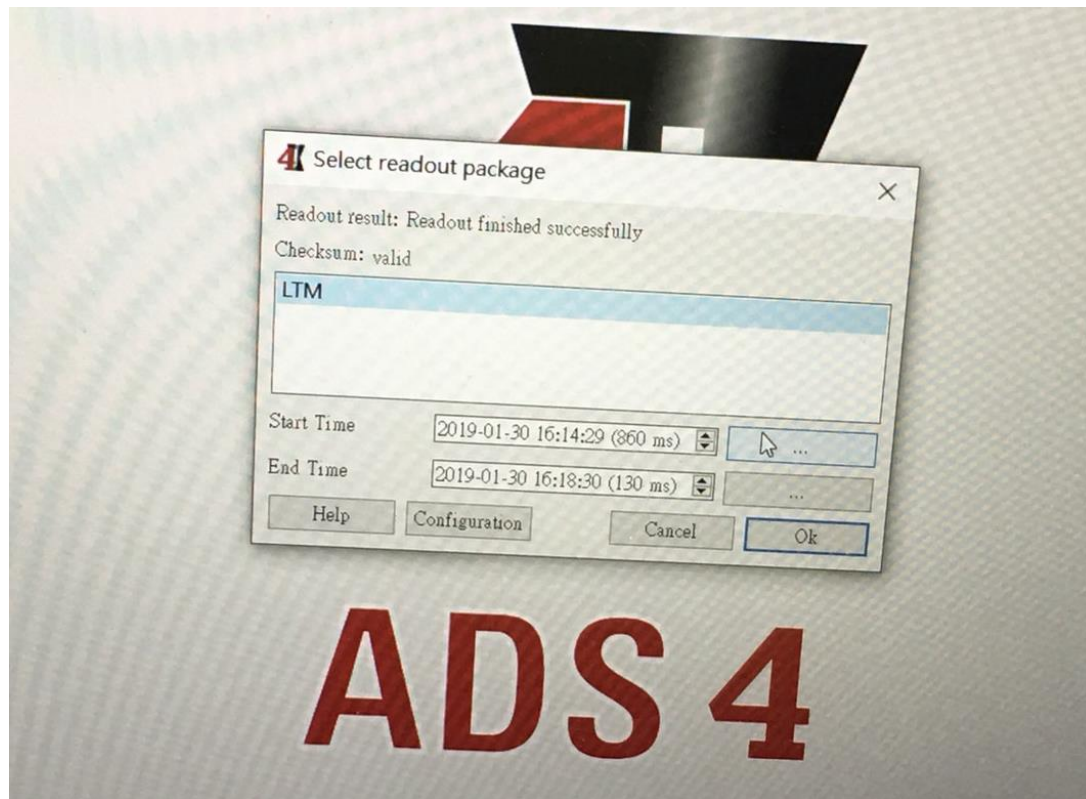


圖 9.3-9 開啟天棚蓋板與客室日光燈板

六、行車監視紀錄器之軟體

行車監視紀錄器資料透過列車乙太網路連接可攜式測試設備(筆記型電腦)，連線至IP:192.X.X.X後輸入帳號/密碼後下載列車運行資料。

下圖行車監視紀錄器軟體登入下載畫面



六、行車監視紀錄器之軟體

ADS4主畫面說明：

主畫面將分成4格，其規劃如下

The screenshot displays the ADS4 software interface with four main panels:

- Top Left Panel (Analog Signals):** A line graph showing various signals over time. The y-axis represents speed in km/h (0 to 70). The x-axis shows dates from 2018-08-20 to 2018-08-22. The graph includes signals for V_BEST km/h, Speed km/h, HyPB1 bar, HyPB3 bar, HyPB5 bar, LYTC1, and LYTC5. A red label "類比訊號" (Analog Signal) is overlaid on the graph.
- Top Right Panel (Information Table):** A table with columns for M1, M2, M1-M2, M3, M2-M3, M4, M3-M4, M1-M3, M1-M4, and M2-M4. The rows are labeled "時間" (Time), "路線 [km]" (Route [km]), and "速度 [km/h]" (Speed [km/h]). A red label "訊息說明" (Information Description) is overlaid on the table.
- Bottom Left Panel (Digital Signals):** A multi-line graph showing digital error signals. The y-axis lists "Sen Ch2 Erro" (Sensor Channel 2 Error) for multiple channels. The x-axis shows the same time period as the other panels. A red label "數位訊號" (Digital Signal) is overlaid on the graph.
- Bottom Right Panel (Data Table):** A table titled "表 (SCU_Ch2_Error)" containing recorded data. The columns are "#", "時間" (Time), "相對距離" (Relative Distance), "V_BEST", "Scu_Ch2_Error11", "Scu_Ch2_Error12", and "Scu_Ch2_Errc". The table contains 12 rows of data. A red label "紀錄資料" (Recorded Data) is overlaid on the table.

六、行車監視紀錄器之軟體

V_BEST km/h, 事件紀錄器偵測車速

Speed km/h, VCU車速

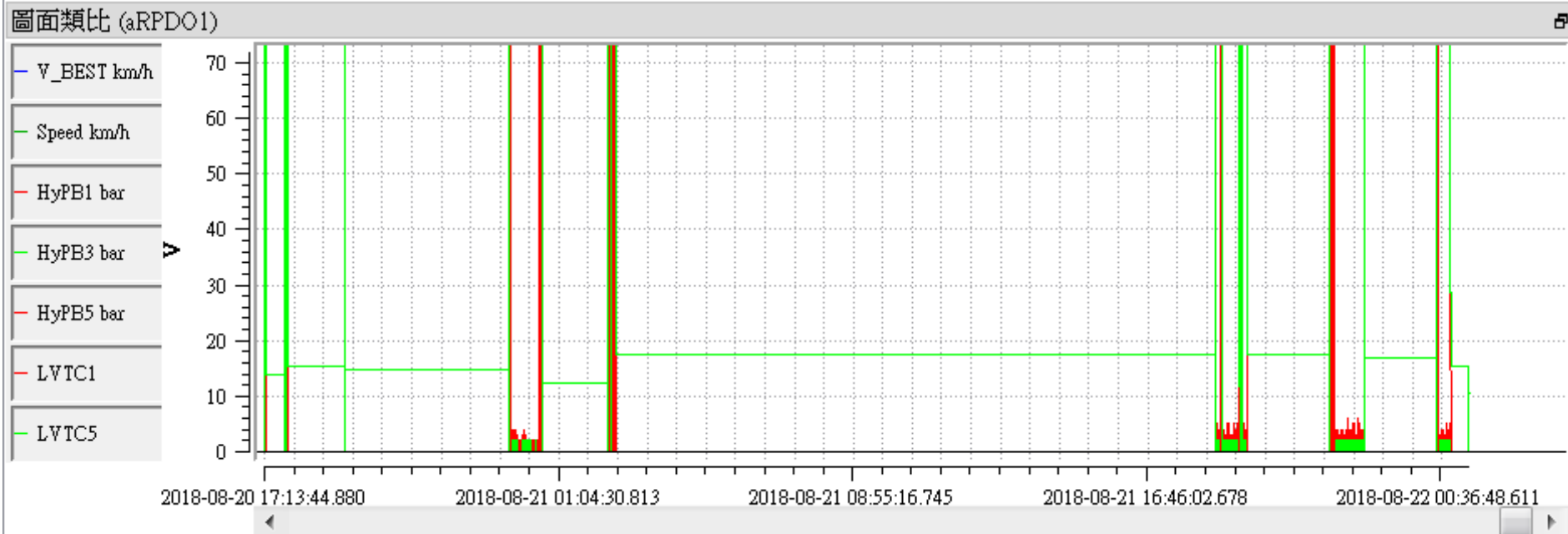
HyPB1 bar, 第一模組煞車液壓壓力

HyPB3 bar, 第三模組煞車液壓壓力

HyPB5 bar, 第五模組煞車液壓壓力

LVTC1, 第一模組TCU感測的架空線電壓

LVTC2, 第五模組TCU感測的架空線電壓



六、行車監視紀錄器之軟體

類比訊號視窗說明

主控制器把手訊號說明

0~30 = STOP位

30~60 = EB3位

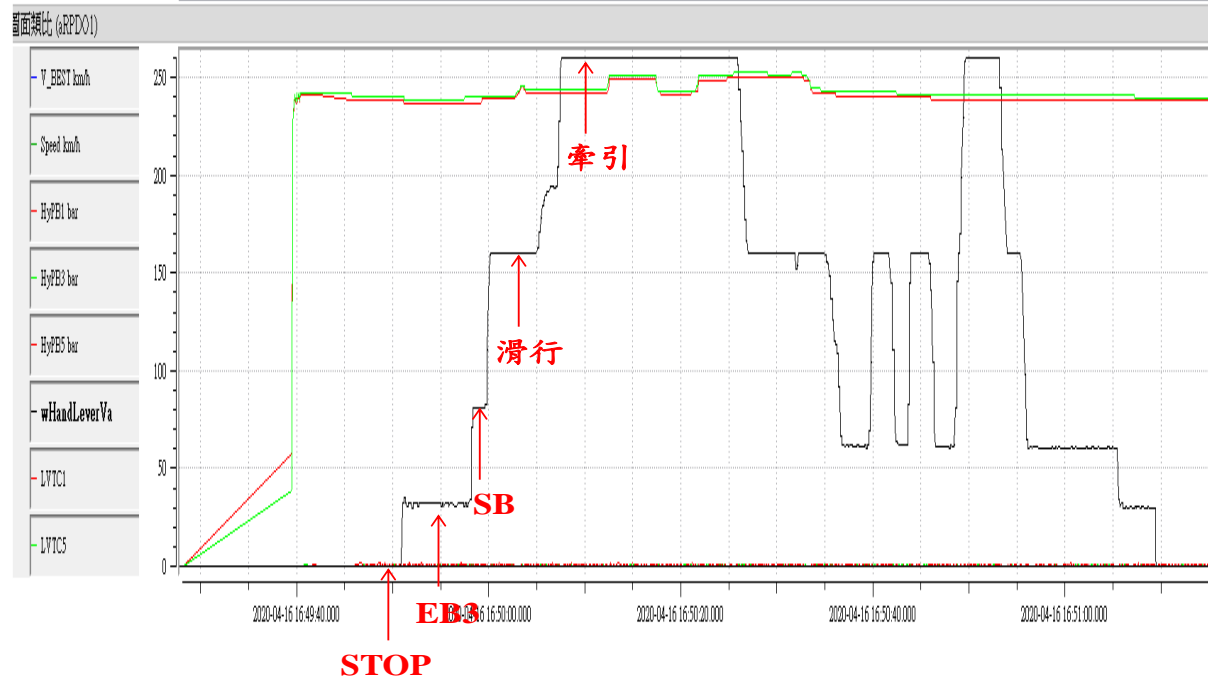
60~160 = SB出力大小要求

60 = 最大SB

160 = 滑行位

160 ~ 260 = 牽引出力大小

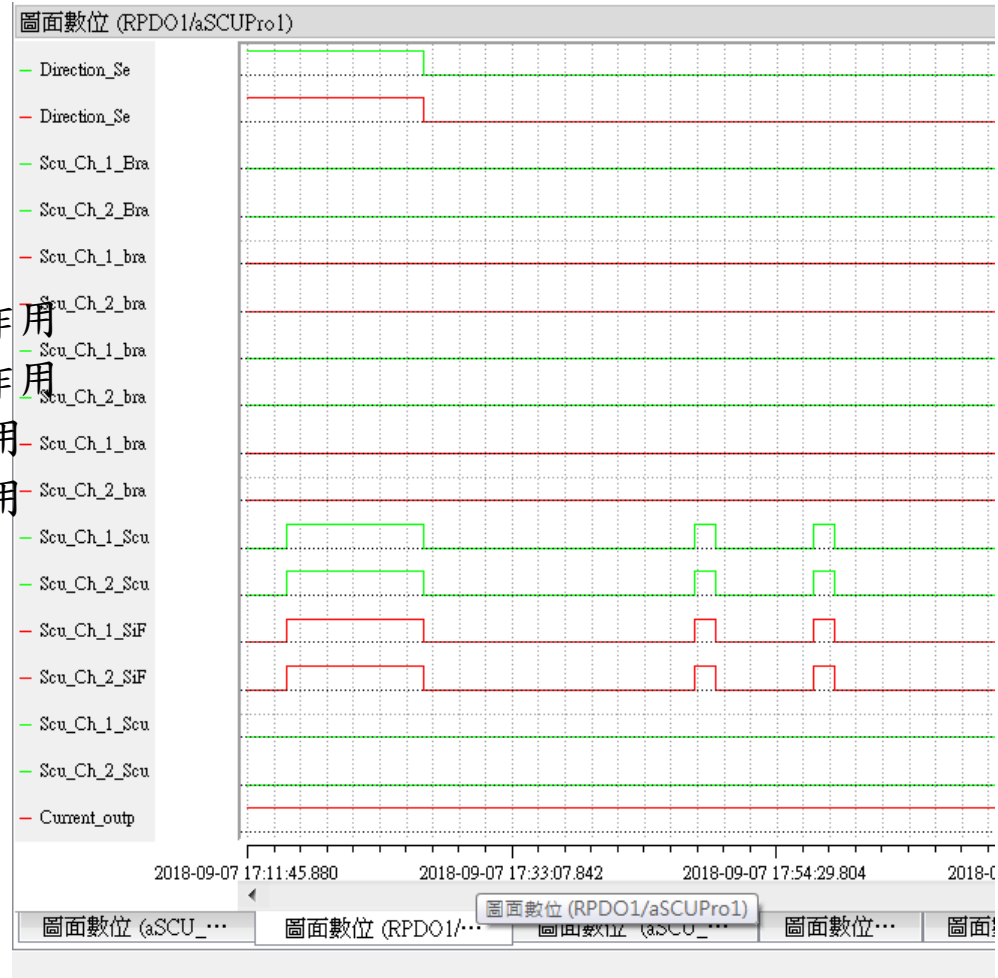
260 = 最大牽引出力



六、行車監視紀錄器之軟體

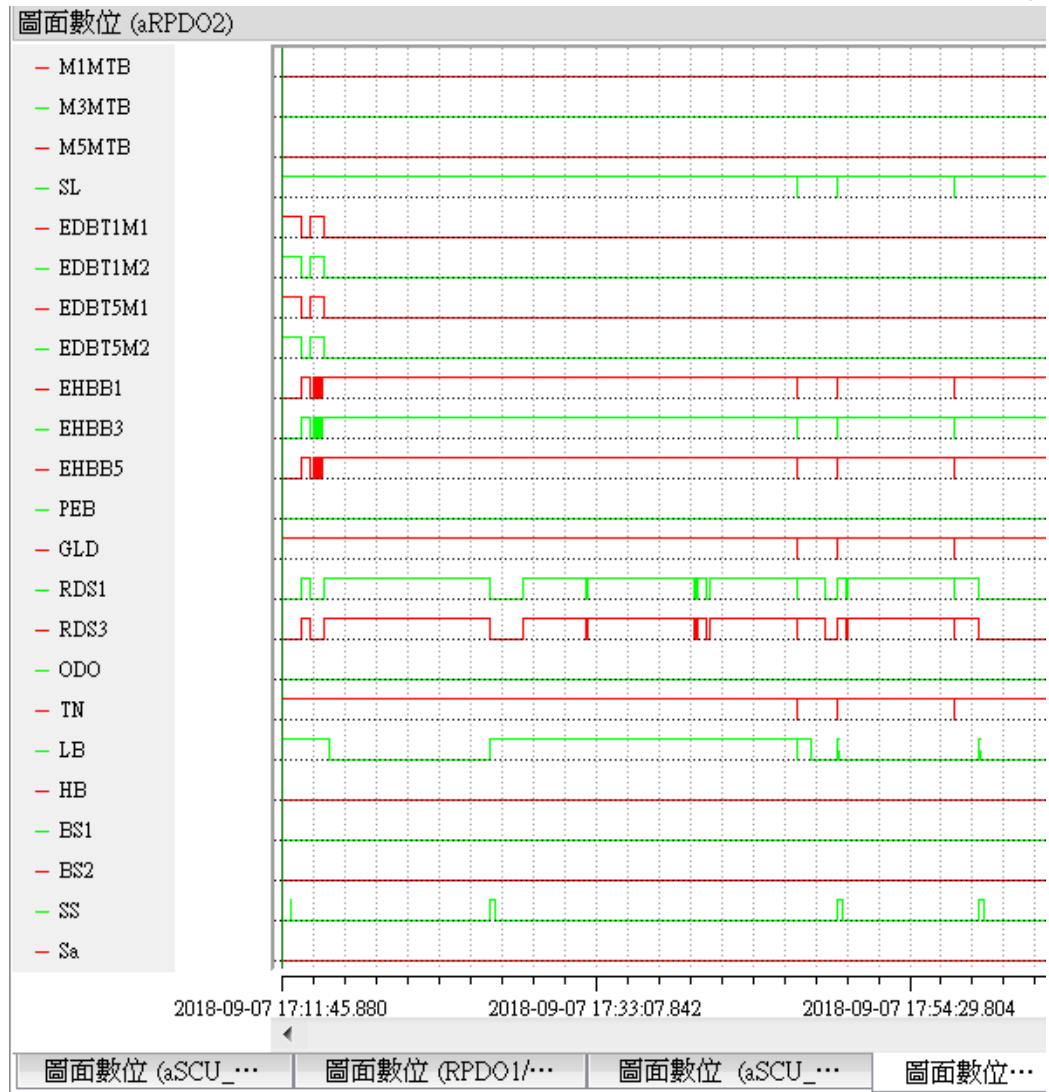
數位訊號(RPDO1)視窗說明

- Direction_Sensor_1, 往M5車方向運轉=1
- Direction_Sensor_2, 往M5車方向運轉=1
- Scu_Ch_1_Braking_Sifa, 警醒作用
- Scu_Ch_2_Braking_Sifa, 警醒作用
- Scu_Ch_1_Braking_Antirollback, 後溜防護作用
- Scu_Ch_2_Braking_Antirollback, 後溜防護作用
- Scu_Ch_1_braking_Vmax, 最大車速防護作用
- Scu_Ch_2_braking_Vmax, 最大車速防護作用
- Scu_Ch_1_braking_error, 故障防護作用
- Scu_Ch_2_braking_error, 故障防護作用
- Scu_Ch_1_Scu_inactive, 系統未啟動
- Scu_Ch_2_Scu_inactive, 系統未啟動
- Scu_Ch_1_SiFa_inactive, 警醒未啟動
- Scu_Ch_2_SiFa_inactive, 警醒未啟動



六、行車監視紀錄器之軟體

- M1MTB, 模組1 電磁軌道煞車作用
- M3MTB, 模組3 電磁軌道煞車作用
- M5MTB, 模組5 電磁軌道煞車作用
- SL, 安全煞車迴路作用
- EDBT1M1, 模組1.1 電力煞車狀態
- EDBT1M2, 模組1.2 電力煞車狀態
- EDBT5M1, 模組5.1 電力煞車狀態
- EDBT5M2, 模組5.2 電力煞車狀態
- EHBB1, 模組1 摩擦煞車狀態
- EHBB3, 模組3 摩擦煞車狀態
- EHBB5, 模組5 摩擦煞車狀態
- PEB, 乘客緊急煞車
- GLD, 車門動力連鎖迴路作用
- RDS1, 左側車門授權(面向模組1)
- RDS3, 右側車門授權(面向模組1)
- ODO, 任一車門開啟
- TN, 列車編號
- LB, 近光燈狀態
- HB, 遠光燈狀態
- BS1, 左側方向燈狀態(面向模組1)
- BS2, 右側方向燈狀態(面向模組1)
- SS, 空轉/滑走狀態
- Sa, 撒砂作用



六、行車監視紀錄器之軟體

數位輸出(SCUDI)視窗說明

SCU_DI_02, 警醒訊號

SCU_DI_06, 模組5駕駛室未啟動

SCU_DI_07, 模組5駕駛室啟動

SCU_DI_08, 模組1駕駛室啟動

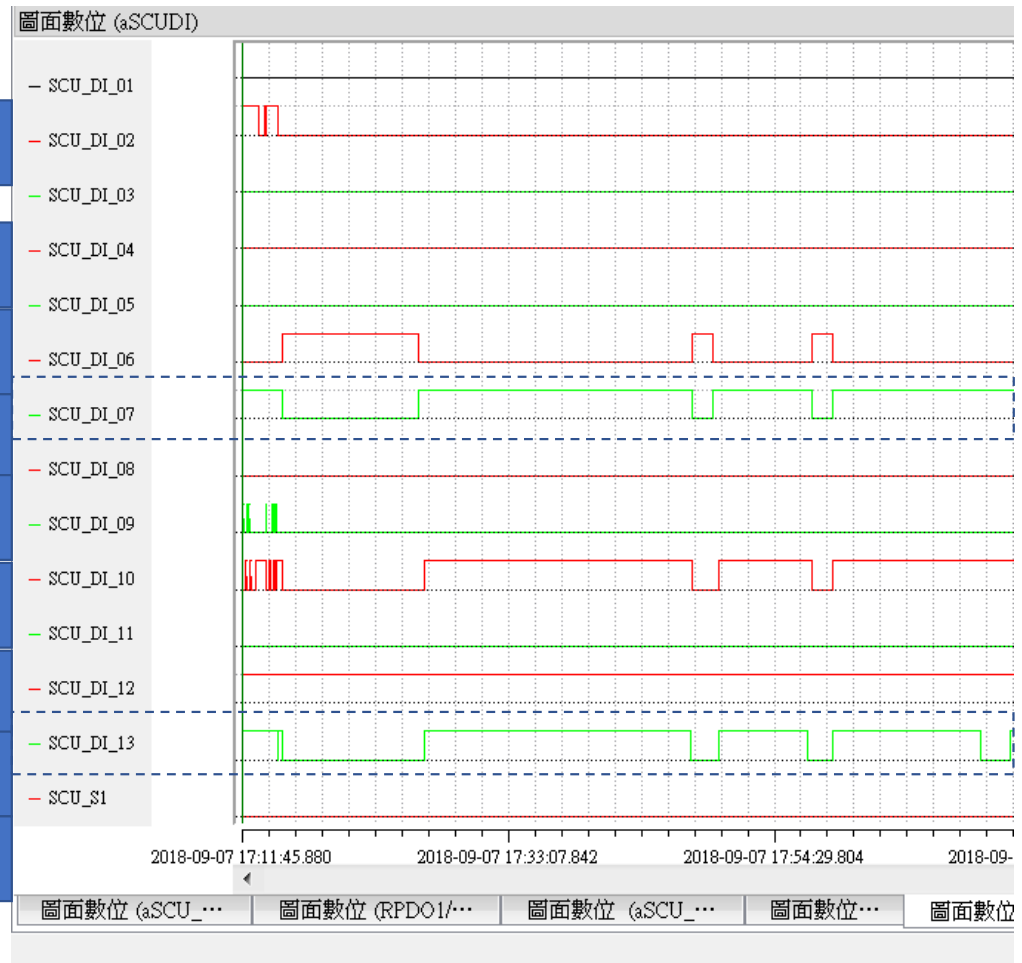
SCU_DI_09, 出力訊號

SCU_DI_10, 煞車訊號

SCU_DI_11, 方向1訊號(往模組5)

SCU_DI_12, 模組1駕駛室未啟動

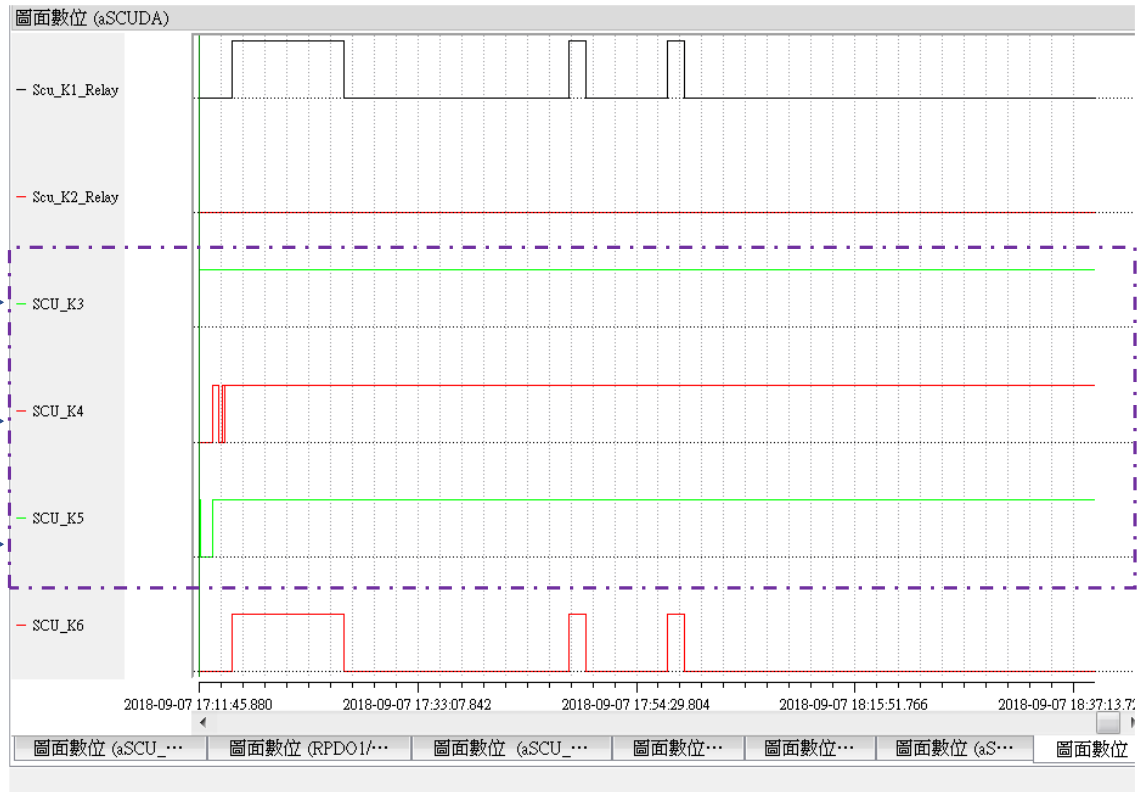
SCU_DI_13, 方向2訊號(往模組1)



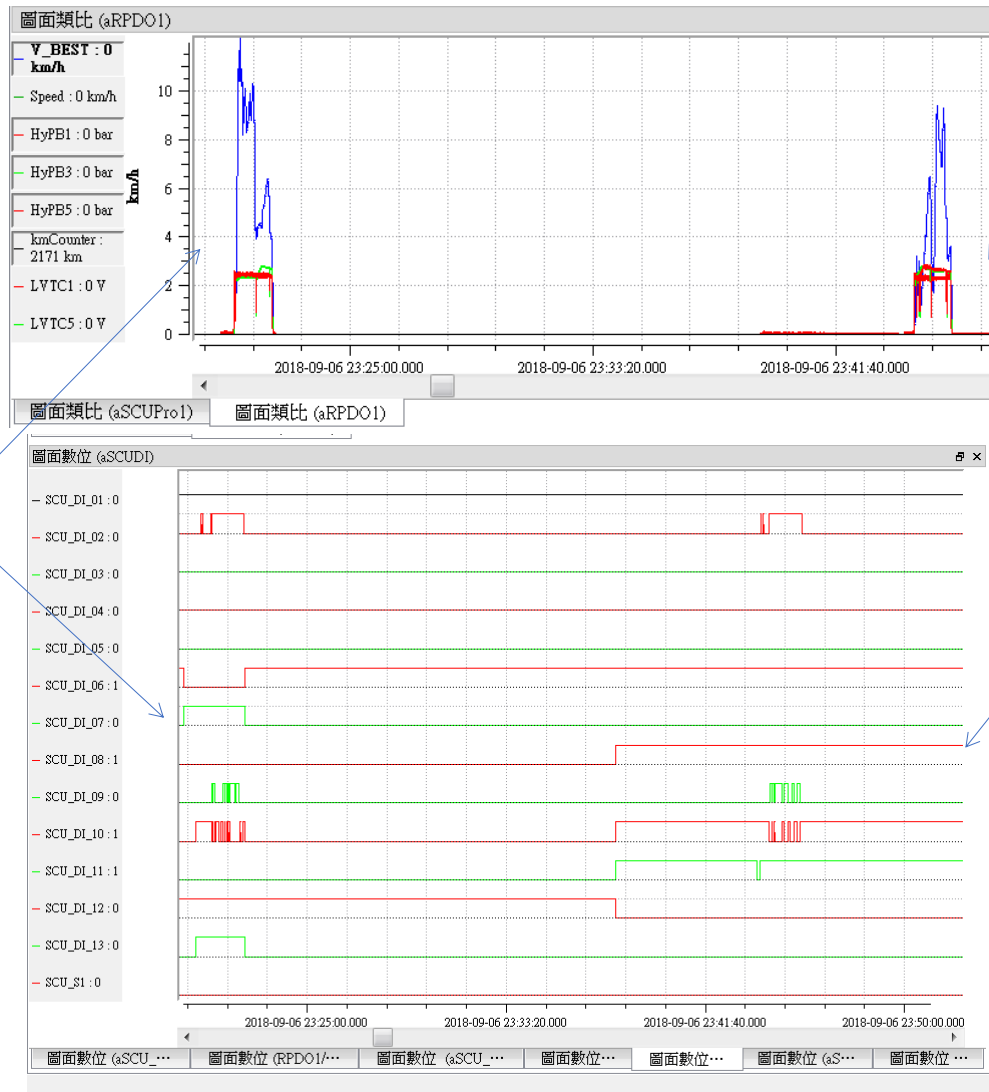
六、行車監視紀錄器之軟體

數位輸出(SCUDA)視窗說明

- SCU_K3, EB1/2啟動繼電器
- SCU_K4, 零速度繼電器
- SCU_K5, 5km/h繼電器



六、行車監視紀錄器之軟體



M5車啟動
往M5車方向移動

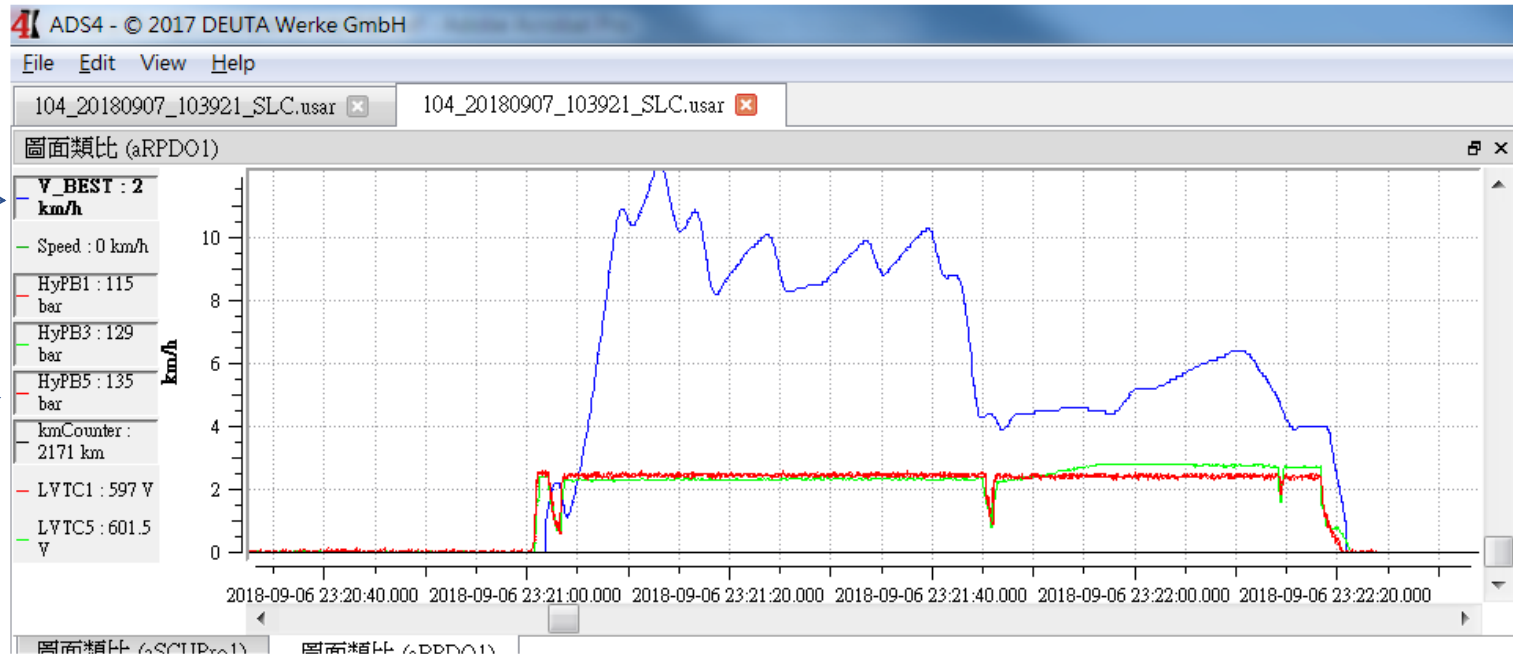
M1車啟動
往M1車方向移動

六、行車監視紀錄器之軟體

車速及煞車卡鉗作動壓力

車速

卡鉗動作壓力

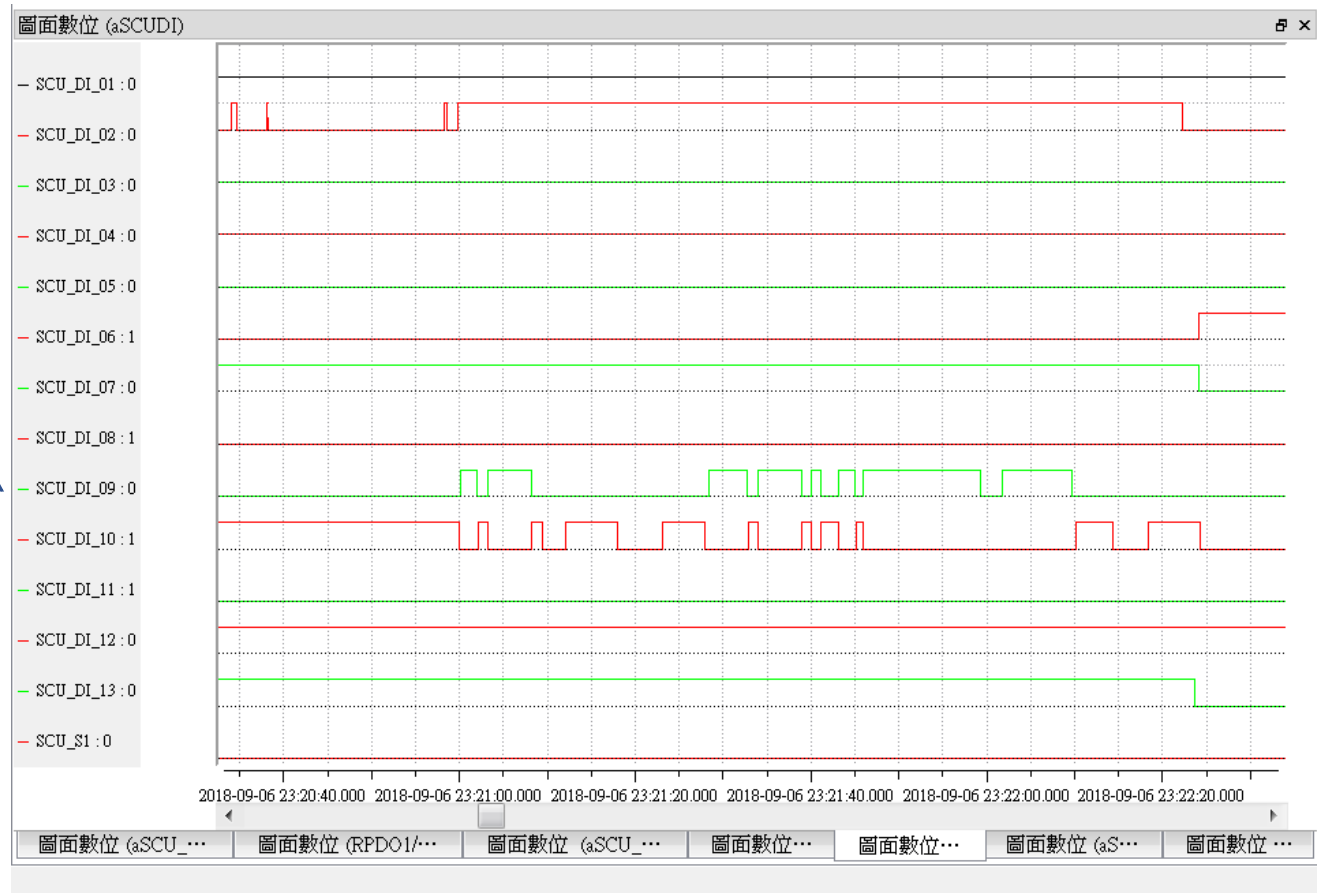


六、行車監視紀錄器之軟體

推進訊號、煞車訊號

出力訊號

煞車訊號



六、行車監視紀錄器之軟體

車門控制訊號

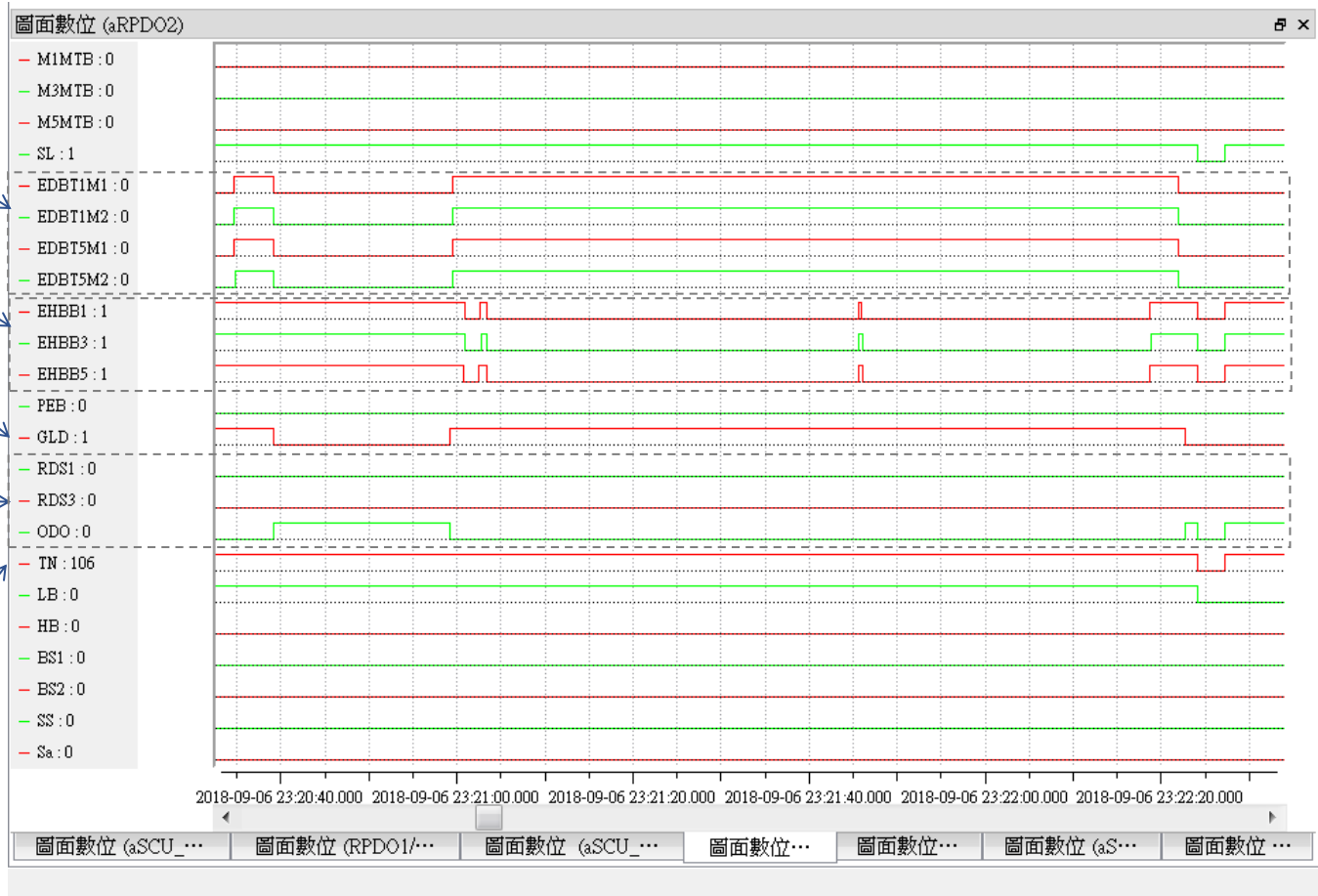
電力煞車作動

摩擦煞車作動

門機動力連鎖迴路

車門關閉狀態

列車編號



The End

Thank You For Your Attention