

使用示波器 除錯 CAN、LIN 和 FlexRay 汽車匯流排

應用摘要



介紹

嵌入式系統應用在汽車行業中迅速成長。許多車輛設計使用了 CAN、LIN 或 FlexRay 在電子控制單元 (ECU) 之間，以及 ECU 和感應器、致動器和顯示器之間進行通訊。這些匯流排對於在各種重要的子系統 (從煞車系統到資訊娛樂系統) 內部和子系統之間提供即時通訊而言至關重要。

CAN、LIN 和 FlexRay 是相對成熟的匯流排通訊協定，而且設計堅固並易於整合。不過，即使如此，通訊仍可能受到雜訊、電路板佈局和通電/斷電時間的影響。問題可能包括過多的匯流排錯誤和鎖定。與基本通訊協定分析儀不同，配有通訊協定解碼功能的示波器可用於查看解碼的匯流排流量以及訊號品質。這項能查看匯流排訊號和解碼流量的功能使示波器成為疑難排解的最佳選擇。

也許更重要的是，示波器可以用來解決系統層級的問題。汽車依靠廣泛的感應器、致動器和顯示器網路，以及與 I/O 事件或值相關且涉及匯流排時序的許多問題。示波器非常適合同時查看 I/O 訊號和匯流排交易。由於此能力，使得示波器成為系統層級除錯的首選工具。

本應用摘要

- 將簡要介紹 CAN、LIN 和 FlexRay 匯流排的實體層和封包結構，目標是提供足夠的詳細資訊來協助進行疑難排解
- 將說明如何在配有 CAN、LIN 或 FlexRay 解碼功能的示波器上設定解碼
- 將說明如何在配備合適的示波器上解讀串列匯流排資料
- 將說明有哪些可用的觸發和搜尋功能選項

透過選配的觸發和分析功能，對於處理 CAN、LIN 和 FlexRay 匯流排的嵌入式系統設計人員而言，Tektronix 示波器已成為強大的工具。在此應用摘要中將使用 5 系列 MSO 來展示這些匯流排的解碼和觸發功能。

¹ 串列匯流排標準的支援功能取決於示波器機型。如需不同 Tektronix 示波器所支援的匯流排表，請參閱附錄 A 或造訪 www.tektronix.com.tw。

CAN/CAN FD

控制器區域網路 (CAN) 最初由 Robert Bosch GmbH 在 1980 年代開發，作為在電氣雜訊環境中的裝置之間的低成本通訊匯流排。1992 年，Mercedes-Benz 成為在汽車系統中第一家使用 CAN 的汽車製造商。今天，每個汽車製造商都使用 CAN 控制器和網路來控制其汽車中的各種電子控制單元 (ECU)。這是用於引擎時序控制、防鎖死剎車系統和動力傳動系控制的主要匯流排。並且，由於其電氣雜訊容限、最小佈線、出色的錯誤偵測能力和高資料轉移速度，CAN 正在擴展到其他應用，如工業控制、船舶、醫療、航太等領域。

隨著車輛網路的發展，為了支援更多的功能，目前正迫切需要支援節點之間更快的資料通訊。所以，CAN FD 便應運而生，這是一種更高速版本的 CAN，可以達到 8 Mbps 的最大資料速率及高達 64 位元組長的有效負載 (CAN 的最大資料速率為 1 Mbps 且有效負載為 8 位元組)。CAN FD 標準的第一個版本於 2012 年發布，但後來在 2015 年更新為 ISO 標準 (稱為 ISO CAN FD)。ISO 版本引入了更多的保障措施來提高通訊的可靠性。原始版本現在稱為非 ISO CAN FD，且與 ISO CAN FD 不相容。

運作方式

CAN/CAN FD 匯流排是在屏蔽雙絞線 (STP)、無屏蔽雙絞線 (UTP) 或帶狀電纜上運作的平衡 (差動) 2 線介面。每個節點均使用公頭 9 針腳 D 型接頭。目前已定義了一些不同的資料速率，其中 CAN 的最快速率為 1 Mb/s，而 CAN FD 則為 8 Mb/s。所有模組均必須支援至少 20 kb/s。通常，所有裝置皆會以統一和固定的位元速率來傳輸資訊。最大的電纜長度取決於使用的資料速率。最大線路長度在低速下可長達數千公尺；典型的情況是 1 Mb/s 時為 40 公尺。終端電阻用於電纜的兩端。

非歸零 (NRZ) 位元編碼會與位元填充一起使用，以確保具有最小數量的轉換和高抗雜訊能力的精簡訊息。CAN 匯流排介面使用非同步傳輸方案，其中任何節點均可隨時在匯流排上開始傳輸。訊息會廣播到網路上的所有節點。在多個節點同時發起訊息的情況下，系統將使用逐位元仲裁方式來確定哪個訊息具有較高的優先級。訊息可以是下列四種類型之一：

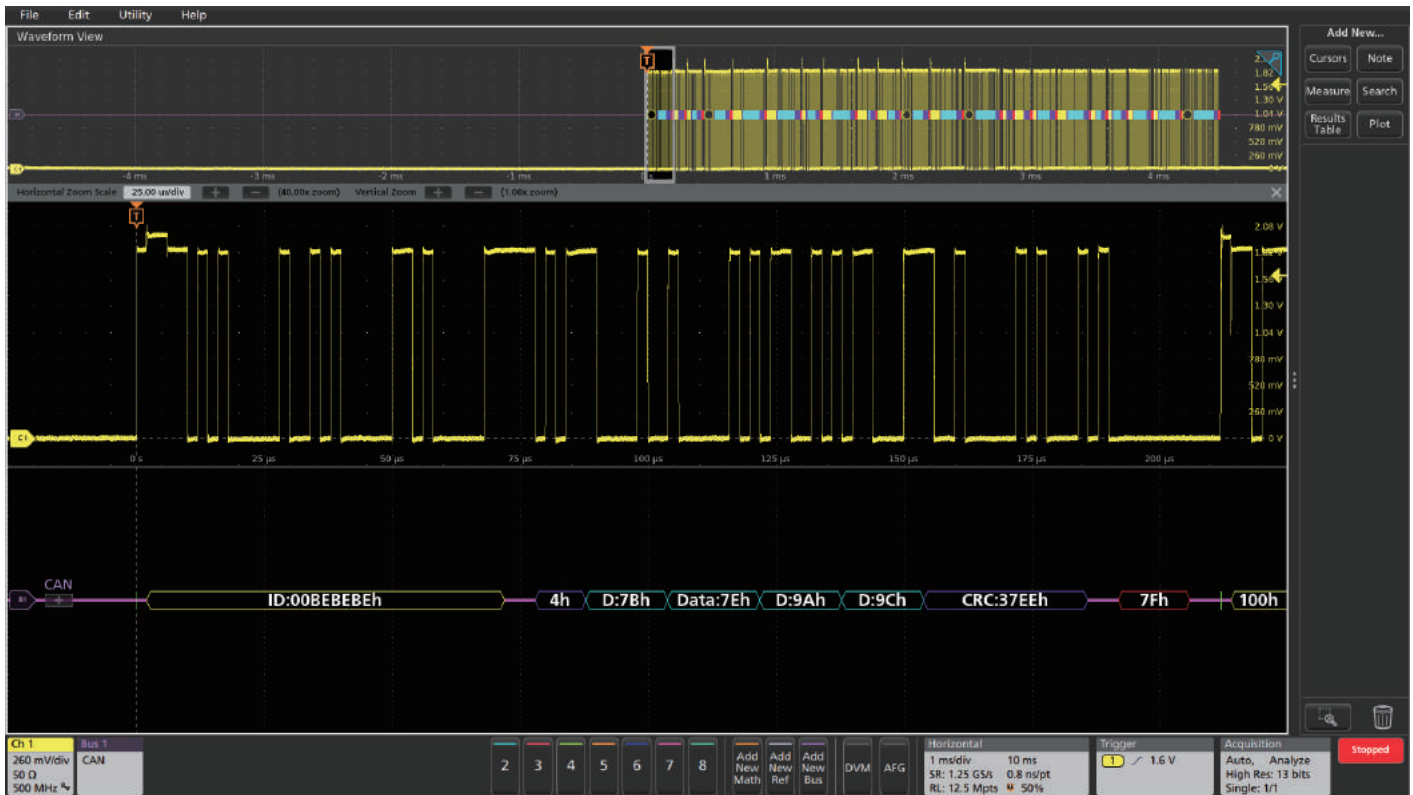
訊息類型	說明	
資料訊框	用於傳送資料	資料和遠端訊框均在每個訊框的開始和結束處由起始和停止位元控制並包括以下欄位：仲裁欄位、控制欄位、資料欄位、CRC 欄位和 ACK 欄位。
遠端傳輸請求 (RTR) 訊框	用於請求資料	
錯誤訊框	偵測到錯誤的匯流排上任何節點傳輸錯誤訊框，導致匯流排上的所有節點將目前訊息視為不完整的訊息，並使傳輸節點重新傳送訊息	
超載訊框	由接收裝置引發，指示其尚未準備好接收資料	

資料結構和遠端傳輸請求訊框

CAN 2.0	SOF 1 位元	仲裁欄位 11 位元 (Std ID) 29 位元 (Ext ID)	控制欄位 6 位元	資料欄位 0-8 位元組	CRC 欄位 16 位元	ACK 2 位元	EOF 7 位元	INT 3 位元
CAN FD	SOF 1 位元	仲裁欄位 12 位元 (Std ID) 32 位元 (Ext ID)	控制欄位 8 或 9 位元	資料欄位 0-64 位元組	CRC 欄位 18 或 22 位元	ACK 2 位元	EOF 7 位元	INT 3 位元

欄位	說明
SOF	訊框會以與 CAN 和 CAN FD 相同的訊框 (SOF) 位元開始
仲裁	包括識別符號 (位址) 和遠端傳輸請求 (RTR) 位元，用於區分資料訊框和資料請求訊框，也稱為遠端訊框。識別符號可以是標準格式 (11 位元 - 版本 2.0A) 或擴展格式 (29 位元 - 版本 2.0B)。CAN FD 與標準和擴展格式共享相同的尋址方式，但會移除 RTR 位元並維持主導的 r1 位元。
控制	包括識別符號擴展 (IDE) 的 6 個位元，其區分 CAN 2.0A (11 位元識別符號) 標準訊框和 CAN 2.0B (29 位元識別符號) 擴展訊框。控制欄位亦包括資料長度代碼 (DLC)。DLC 是四位元代碼，指示資料訊框的資料欄位中的位元組數量或遠端訊框請求的位元組數量。CAN FD 會使用在控制欄位中使用 8 位元或 9 位元，並使用 IDE、r0 和 DLC 位元。其中增加了三個額外的位元，包括用於確定封包是 CAN 或 CAN FD 的擴展資料長度 (EDL)，以及用於分隔資料階段與仲裁階段的位元速率交換 (BRS)，和錯誤狀態指示器 (ESI)。在 CAN FD 中，相同的四位元 DLC 針對長度 ≥ 8 的情況有不同的用途。
資料	CAN 資料欄位由 0 到 8 個位元組的資料組成。CAN FD 支援 0 到 8 個位元組，但具有增加的有效負載能力以支援 12、16、20、32、48 或 64 位元組。
CRC	在 CAN 中會使用 15 位元循環冗餘檢查代碼和隱性定界符位元。若有效負載 ≤ 16 位元組，CAN FD 會使用 17 位元 (加 CRC 定界符位元)，而當有效負載 ≥ 16 位元組時，則會使用 21 位元 (加 CRC 定界符位元)。還有 4 個額外的位元會用於 CAN FD。
ACK	確認欄位的長度為兩位元。第一個是時間槽位元，以隱性方式傳遞，但是之後會由從成功接收傳送訊息的任何節點所傳輸的主導位元覆蓋。第二個位元是隱性定界符位元。當接收器將 2 個位元時間識別為有效 ACK 的狀況下，在 CAN FD 中會有微小的差異。
EOF	七個隱性位元指示訊框 (EOF) 的結束。

三個隱性位元的間歇 (INT) 欄位指示匯流排目前可用。
匯流排閒置時間可以是任意長度 (包括零)。



BUS 1

Display: On Label: CAN Position: 0 divs Set to 0

Bus Type: CAN

Source: Ch 1 Threshold: 1 V

Signal Type: Diff Bit Rate: 500000

Sample Point: 50% Display: Bus and Waveforms

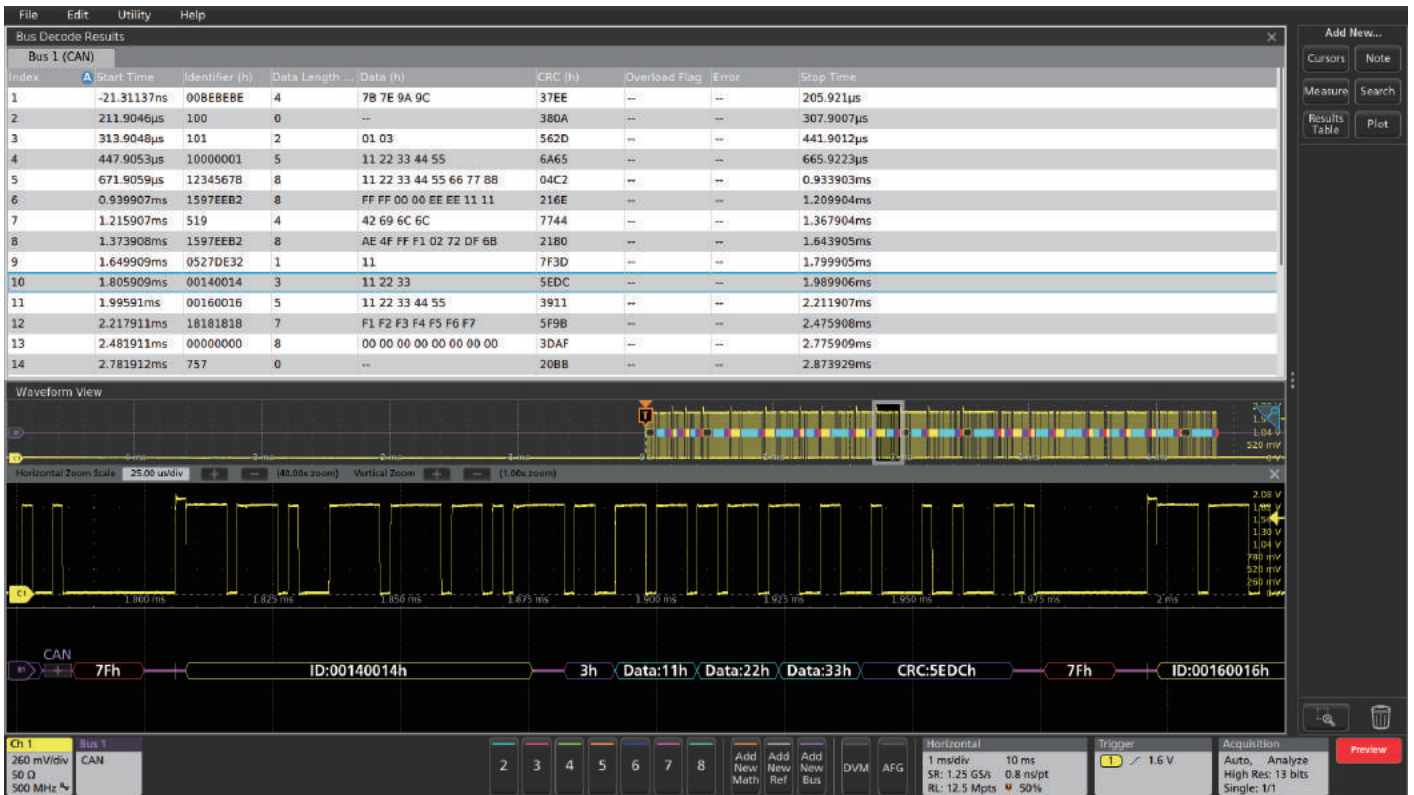
Decode Format: Hex

設定 CAN 匯流排解碼

在配有 CAN 解碼和觸發的 Tektronix 示波器上，按下前面板匯流排按鈕，可以將示波器的輸入定義為匯流排。若要使示波器能對所傳送的資訊進行解碼，請輸入一些基本的參數：

- 訊號類型
- 輸入通道
- 位元速率
- 電壓閾值
- 取樣點 (以位元時間的百分比表示)

CAN 匯流排是差動訊號。雖然示波器可以使用單端探測擷取和解碼匯流排，但透過使用差動探測方法可提高訊號完整性和抗雜訊能力。



解讀 CAN 匯流排資訊

解碼匯流排波形會使用彩色圖形來指示 CAN 訊息的元素。

對於韌體工程師而言，結果表格式可能更加實用。這個匯流排活動的時間戳記顯示可以輕鬆地與軟體清單進行比較，並提供執行速度的簡單計算。

結果表還提供了連接回波形顯示。您可以按一下表格顯示畫面中的一行，示波器會自動放大對應的匯流排訊號，並產生解碼的匯流排列波形，且顯示於畫面下方。

CAN 匯流排元素	指示
訊框的開始由一個垂直的綠色條表示。	
資料長度控制 (DLC) 顯示在紫色方框中。DLC 值可採用十六進位或二進位格式顯示。	
識別符號以黃色方框顯示。識別符號值可採用十六進位或二進位格式顯示。	
資料會顯示在青色方框中。資料值可採用十六進位或二進位格式顯示。	
CRC 值顯示在紫色方框中。	
訊框結束會由紅色方框表示。	

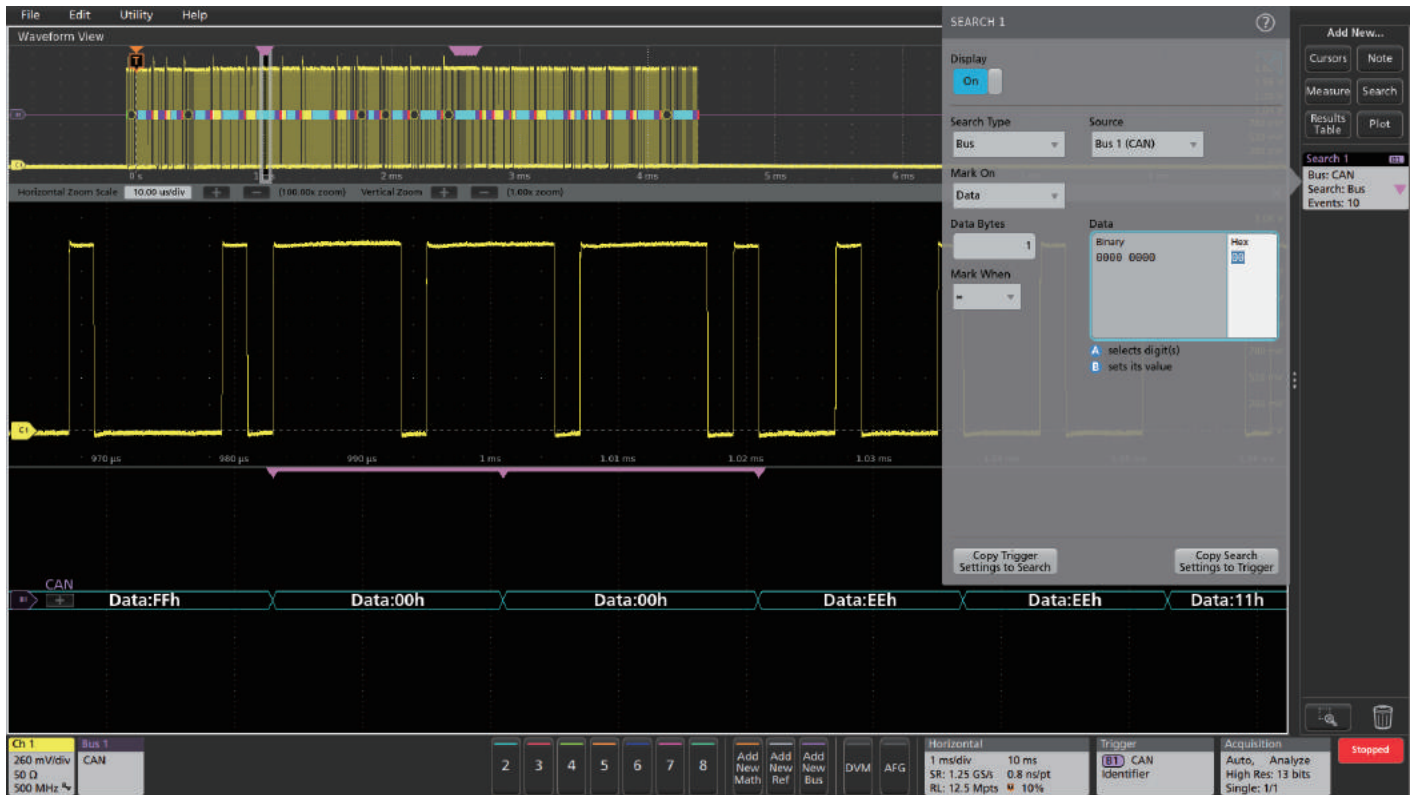


在 CAN 匯流排活動上觸發

開始能根據特定的匯流排活動觸發擷取，使示波器成為系統級除錯的重要工具。當匯流排觸發正確設定時，示波器將擷取與指定匯流排活動同步的所有輸入訊號。本例顯示示波器在寫入擴展識別符號 12345678 (十六進位) 上觸發。

完整的 CAN 匯流排觸發功能包括以下觸發類型。

觸發	說明
訊框起始	在任何 SOF 欄位上觸發
訊框類型	資料訊框、遠端訊框、錯誤訊框或過載訊框
識別符號	任何特定 11 或 29 位元識別符號值，且具有讀/寫資格
資料	任何使用者指定的 CAN 資料
缺少確認	任何時候觸發，接收裝置均不提供確認
位元填充錯誤	如果偵測到位元填充錯誤，則觸發
訊框結束	在任何 EOF 欄位上觸發



搜尋 CAN 匯流排活動

在配有 CAN 解碼功能的 Tektronix 示波器上，您可以使用自動化 Wave Inspector 搜尋來尋找滿足特定搜尋條件的所有匯流排事件，並確定在擷取期間發生了多少事件。此設定類似於匯流排觸發設定，具有相同的指定標準替代方案。在此例中，搜尋功能設定為自動搜尋 00(十六進位) 的資料值。該功能發現並標記了 10 次事件。

LIN

區域互連網路 (Local Interconnect Network, LIN) 匯流排由 LIN 聯盟於 1999 年開發，針對 CAN 成本、多功能性和速度過高的應用，作為 CAN 匯流排的低成本替代方案。這些應用通常包括智慧型感應器和致動器之間的通訊，如車窗控制、門鎖、雨滴感應器、雨刷控制和氣候控制等等。

然而，由於其電氣雜訊容限、錯誤偵測能力和高速資料傳輸，CAN 現仍用於引擎時序控制、防鎖死煞車系統、動力傳動控制等。

運作方式

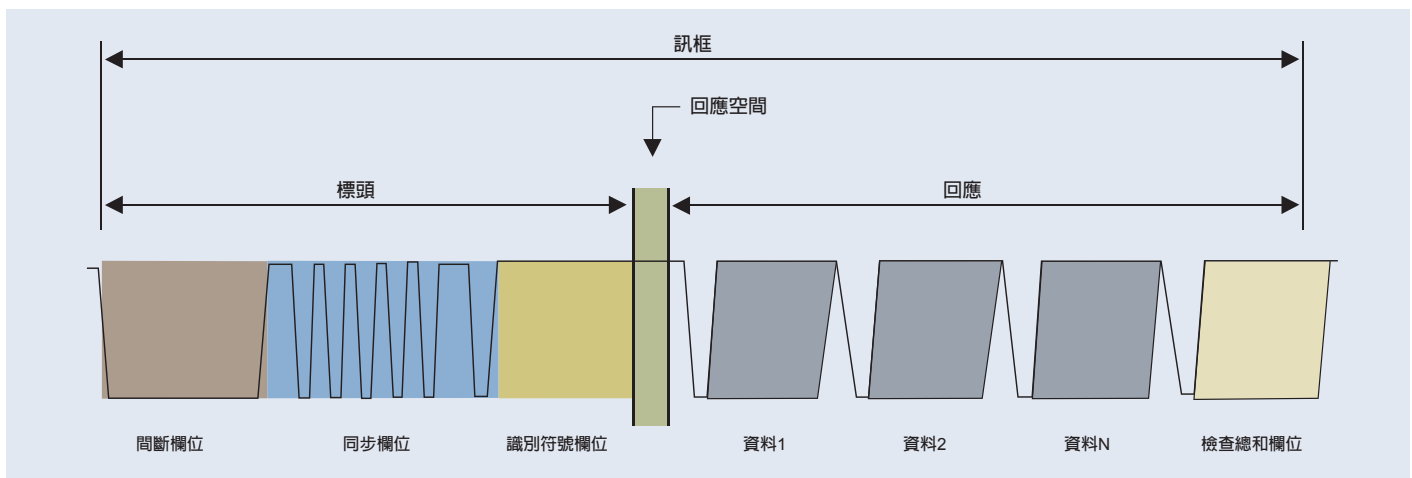
LIN 匯流排是依據增強的 ISO9141 標準所實作的低成本單線匯流排。LIN 網路中具有一個主節點和一或多個從屬節點。所有訊息均由主節點發起，只有一個從屬節點回應每個訊息，所以不需要碰撞偵測和仲裁功能，因為這些均在 CAN 中。通訊是以 UART/SCI 為基礎，且資料以 8 位元位元組傳送，並具有啟動位元、停止位元和無同位。資料率從 1 kb/s 到 20 kb/s。雖然這可能聽起來很慢，但適用於預期應用，並可將 EMI 最小化。

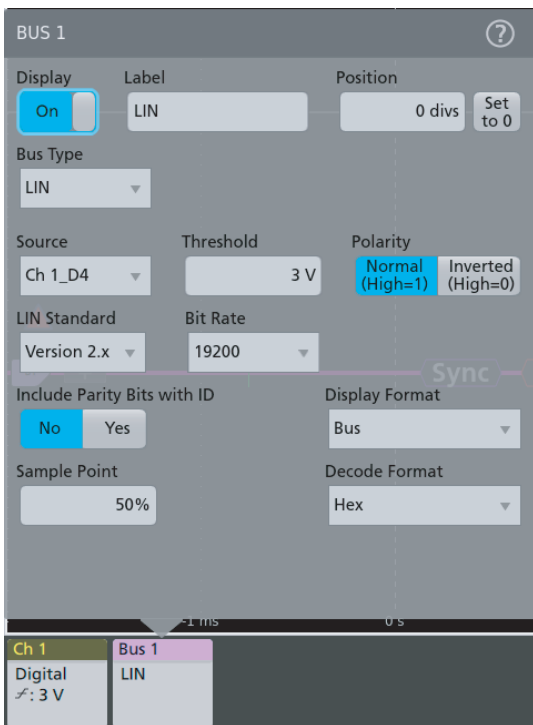
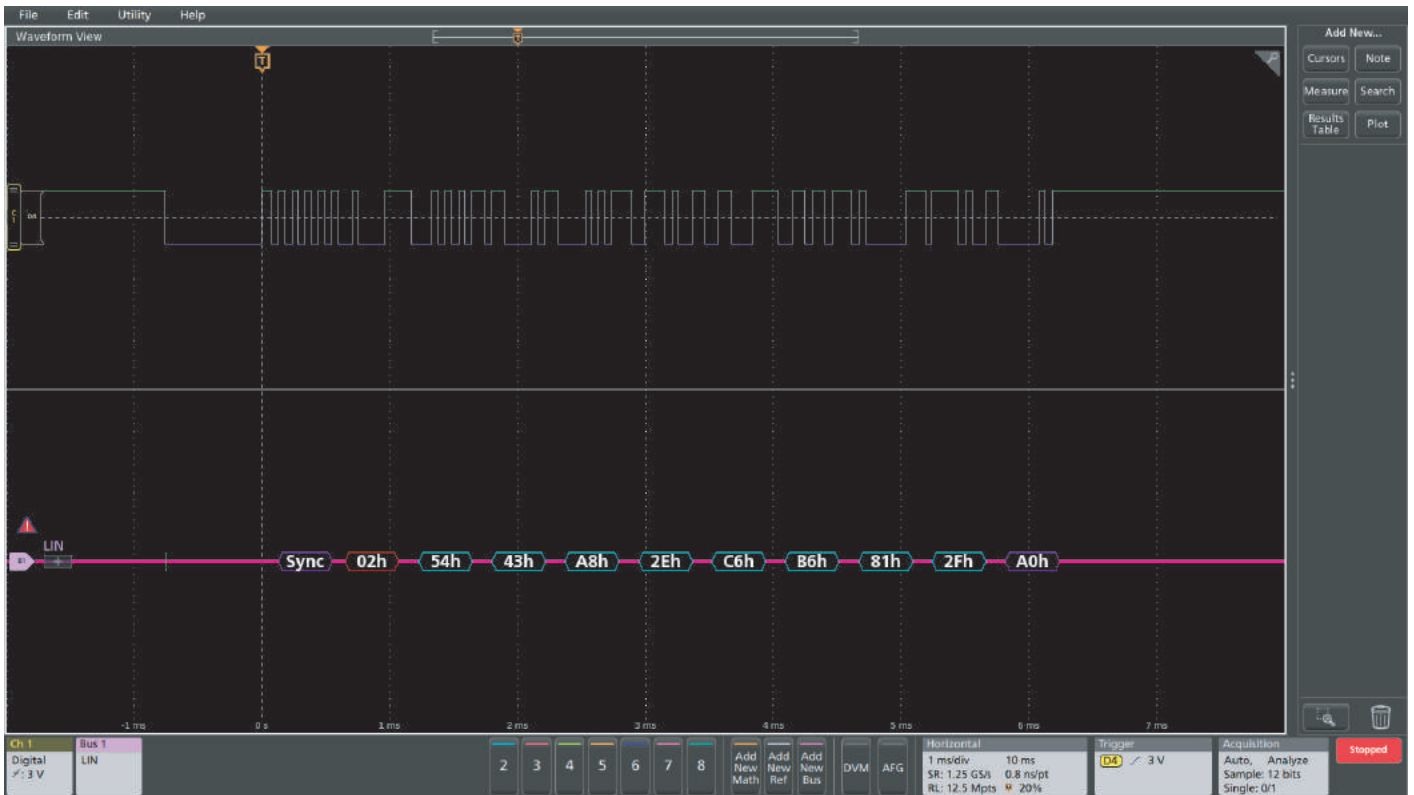
LIN 匯流排始終處於兩種狀態之一：活動或睡眠。處於活動狀態時，匯流排的所有節點均會喚醒並監聽相關的匯流排命令。由主節點發出睡眠訊框或在匯流排長時間 (超過預定時間) 未活動後，匯流排上的節點即會進入睡眠狀態。之後，匯流排可被任何請求喚醒的節點喚醒，或由主節點發出間斷欄位喚醒。

LIN 訊框由標頭和回應兩個主要部分組成。標頭由主節點傳送，而回應則由從屬節點傳送。標頭和回應各有其子成分：

標頭成分	說明
間斷欄位	用於傳送新訊框的開始，會啟用並指示所有從屬裝置聆聽標頭的剩餘部分
同步欄位	由從屬裝置用於確定主節點正在使用的傳送速率，並相應地進行同步
識別符號欄位	指定哪個從屬裝置要採取行動

回應成分	說明
資料	指定的從屬裝置會回應一到八位元組的資料
檢查總和	計算欄位會用於偵測資料傳輸中的錯誤。LIN 標準已經發展了幾個版本，會使用兩種不同形式的檢查總和。傳統檢查總和僅在資料位元組中計算，並在 1.x 版 LIN 系統中使用。增強的檢查總和會透過資料位元組和識別符號欄位計算，並在 2.x 版 LIN 系統中使用。



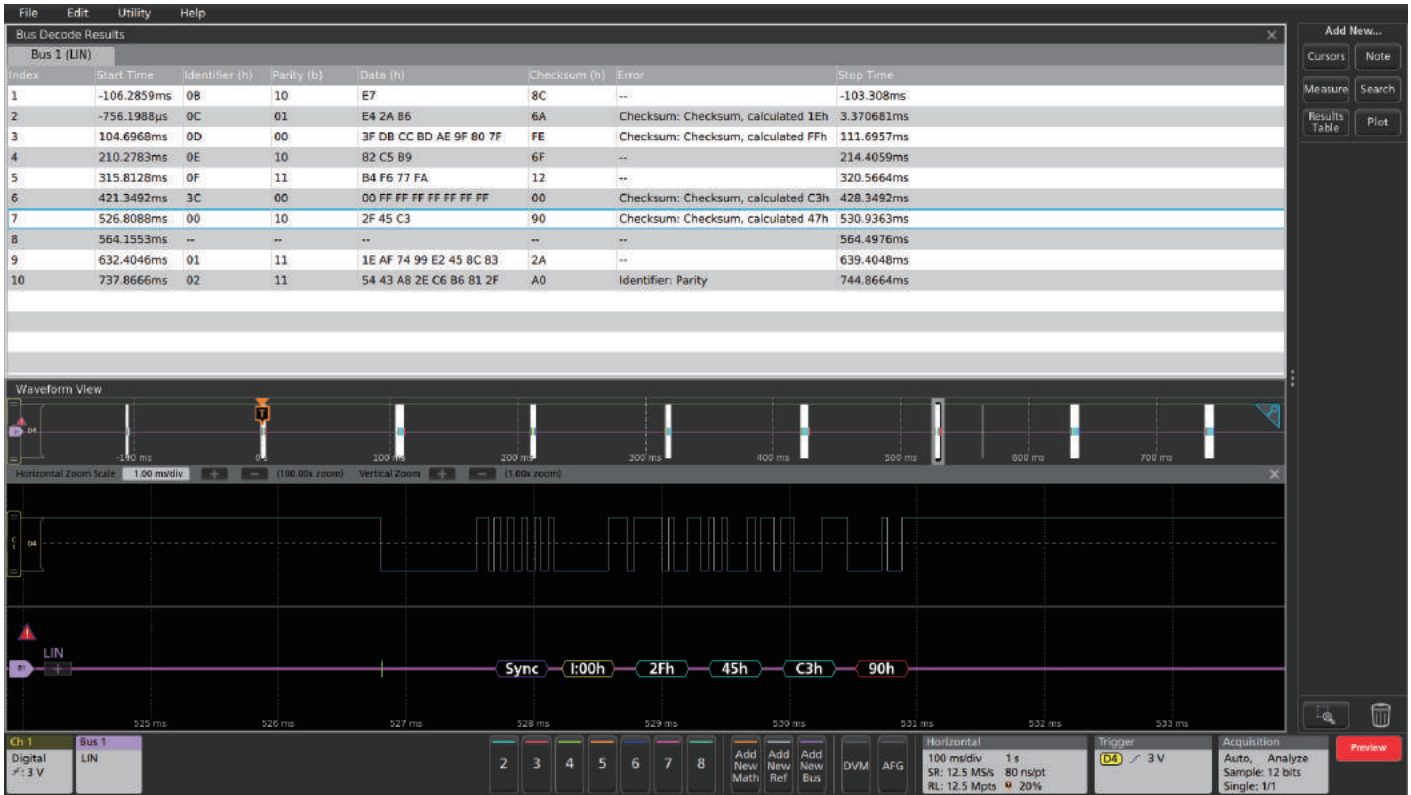


設定 LIN 匯流排解碼

在配有 LIN 解碼和觸發的 Tektronix 示波器上，按下前面板匯流排按鈕，可以將示波器的輸入定義為匯流排。若要使示波器能對匯流排中傳送的資訊進行解碼，請輸入一些基本的參數：

- 輸入通道
- 正在使用的 LIN 版本
- 位元速率
- 極性
- 閾值
- 取樣資料的位置 (以位元時間的百分比表示)

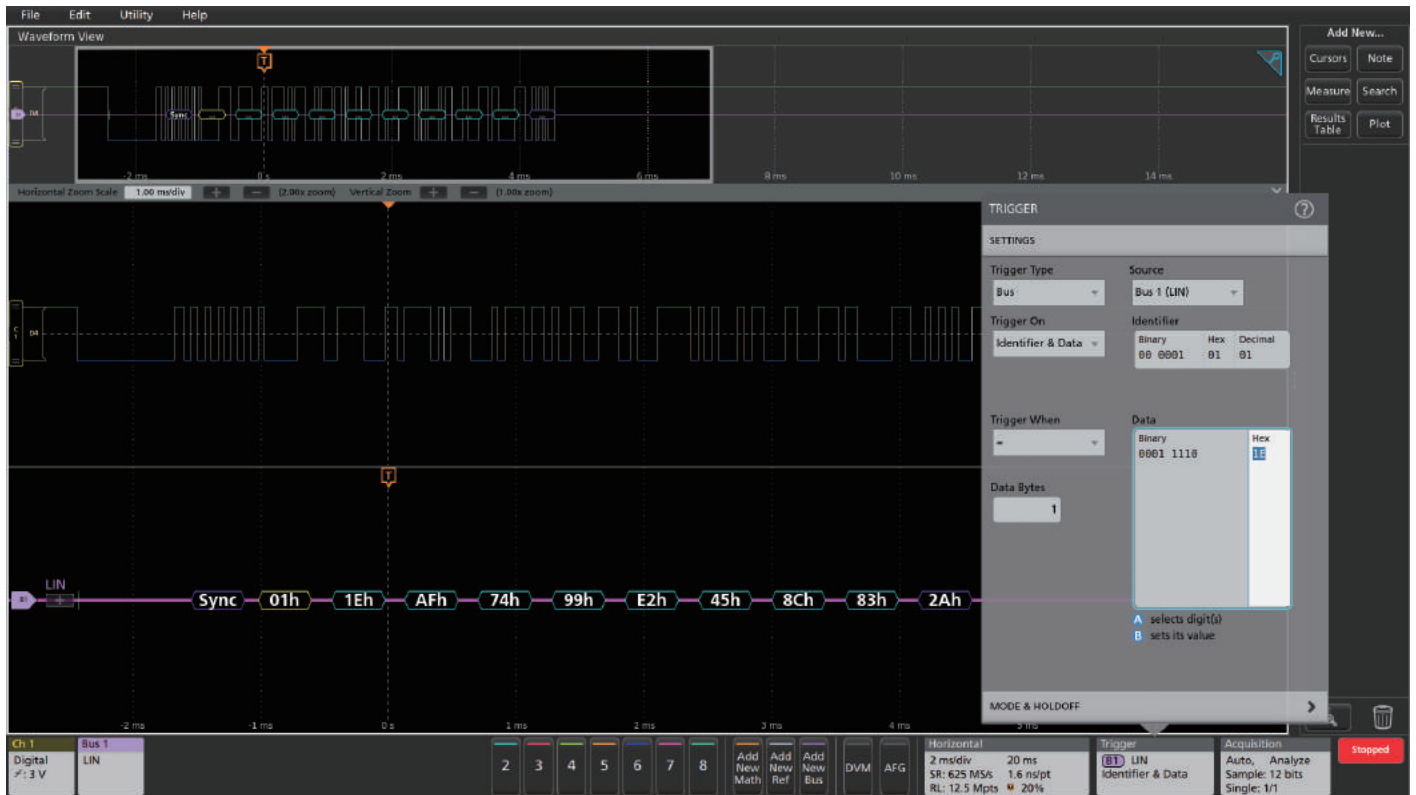
您可使用被動式或主動式類比探棒擷取 LIN 訊號，但也可使用數位邏輯探棒來擷取 LIN 訊號。



解讀 LIN 匯流排

解碼匯流排波形會以圖形方式指示 LIN 訊息的不同元素。

LIN 匯流排元素	指示
<p>訊框的開始由一個垂直的綠色條表示。</p> <p>同步會顯示在紫色框中。</p>	
<p>識別符號以黃色方框顯示。識別符號值可採用十六進位、二進位或十進位等格式顯示。</p>	
<p>資料會顯示在青色框中。資料值可採用十六進位或二進位格式顯示。</p>	
<p>檢查總和值則顯示在紫色框 (如果出現錯誤即為紅色框)</p>	



在 LIN 匯流排活動上觸發

在 LIN 匯流排正確設定的情況下，示波器將能根據匯流排觸發事件的發生情況，擷取所有輸入訊號。在此例中，當識別符號 01 (十六進位) 後接資料值 1E (十六進位) 時，示波器已觸發。

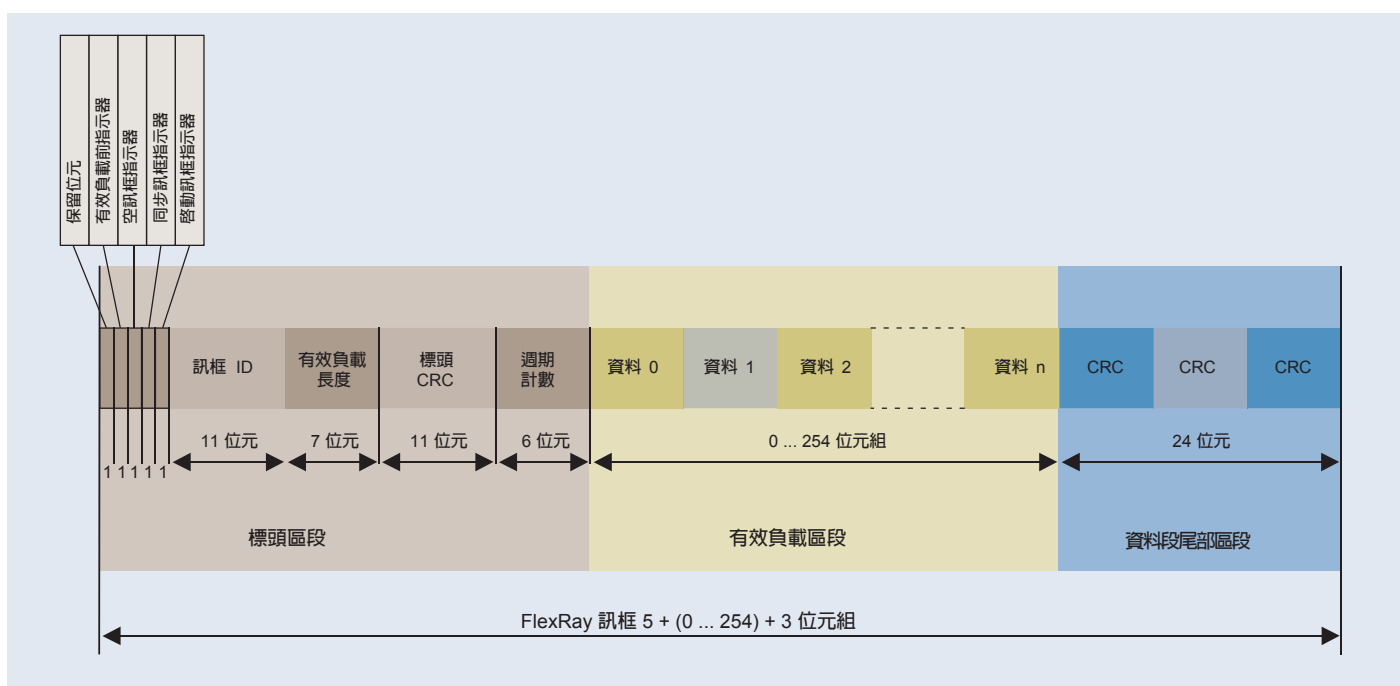
完整的 LIN 匯流排觸發功能包括以下觸發類型：

觸發	說明
同步	任何同步欄位
識別符號	在特定識別符號上觸發
資料	在特定資料值或資料範圍上觸發
識別符號 & 資料	在識別符號和資料的組合上觸發
喚醒訊框	任何喚醒訊框
睡眠訊框	任何睡眠訊框
錯誤	同步錯誤、ID 同位誤差或檢查總和錯誤

這些觸發類型可讓您隔離不同類型的事件，且 LIN 匯流排會將其作為觸發器來檢視系統活動。而且，利用 Tektronix 示波器所提供的其他先進串列功能 (如結果表和 Wave Inspector 搜尋)，您將可輕鬆地針對以 LIN 為基礎的汽車設計進行除錯作業。

FlexRay

隨著汽車越來越智慧化，且汽車應用也採用越來越多的電子產品，製造商們便察覺現有的汽車串列標準 (如 CAN 和 LIN) 缺乏了所需速度、可靠性或冗餘功能，無法處理線控煞車或線控轉向等電子線控 (X-by-wire) 功能。今天，這些功能主要是由機械和液壓系統控制。未來，這些將會由感應器和高度可靠的電子網路所取代，由於具備智慧型電子式產品的特性 (如預期煞車、防撞、主動式定速巡航等)，不僅可以降低汽車的成本，而且還可以顯著增加乘客的安全性。



運作方式

FlexRay 是一種差動匯流排，以高達 10 Mb/s 的速度在屏蔽雙絞線 (STP) 或無屏蔽雙絞線 (UTP) 上執行，速率明顯快於 LIN 的 20 kb/s 或 CAN 的 1 Mb/s。FlexRay 使用雙通道架構，具有兩大優勢。首先，兩條通道可以配置為在安全關鍵應用 (例如電子線控) 中提供冗餘通訊，以確保訊息通過。其次，兩條通道可以配置為以 10 Mb/s 的速度傳送獨特的資訊，在較少的安全關鍵應用中提供 20Mb/s 的整體匯流排傳輸速率。

FlexRay 使用時間觸發的通訊協定，可透過包括靜態和動態訊框的通訊週期，結合先前的同步和異步通訊協定的優點。靜態訊框是針對匯流排上每個裝置所分配的預定長度時間槽，以在每個週期內進行通訊。匯流排中的每個裝置也有機會在每個週期內透過可在長度 (和時間) 上變化的動態訊框進行通訊。FlexRay 訊框由三大區段組成：標頭區段、有效負載區段和資料段尾部。每個區段由一或多個成分組成：

標頭區段成分	說明
指示器位元	前五個位元表示正在傳送的訊框類型。包括正常、有效負載、空、同步和啟動等選擇。
訊框 ID	定義訊框應在其中傳輸的時間槽。訊框ID 的範圍從 1 至 2047，任何個別訊框ID 在通訊週期中每個通道上使用皆不超過一次。
有效負載長度	指示有效負載區段中的資料字詞數量
CRC	透過同步訊框指示器、啟動訊框指示器、訊框 ID 和有效負載長度所計算的循環冗餘檢查 (CRC) 碼
週期計數	目前通訊週期的值，範圍從 0 至 63。

有效負載區段成分	說明
資料	資料欄位包含最多 254 位元組的資料。對於在靜態區段中所傳輸的訊框，有效負載區段的前 0 到 12 個位元組可以選擇性地作為網路管理向量。訊框標頭中的有效負載前指示器會指示有效負載區段是否包含網路管理向量。對於在動態區段中所傳輸的訊框，有效負載區段的前兩位元組可以選擇性地作為訊息 ID 欄位，允許接收節點以根據該欄位的內容過濾或引導資料。訊框標頭中的有效負載前導指示器會指示有效負載區段是否包含訊息 ID。

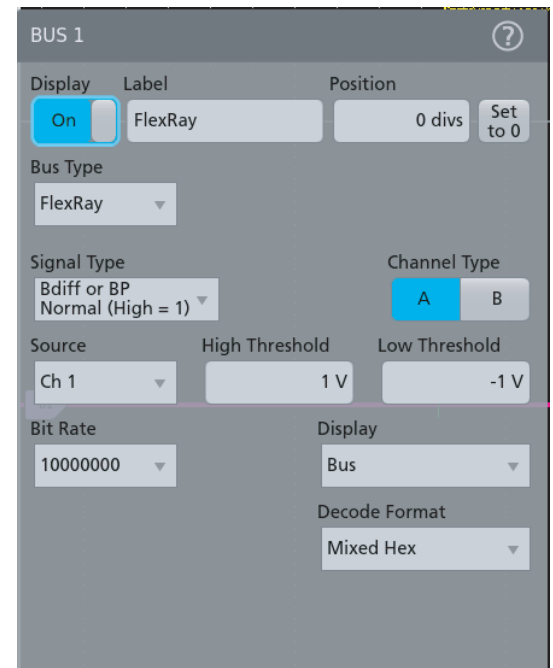
資料段尾部區段成分	說明
CRC	在標頭區段和有效負載區段中所有成分計算出的循環冗餘檢查 (CRC) 代碼。

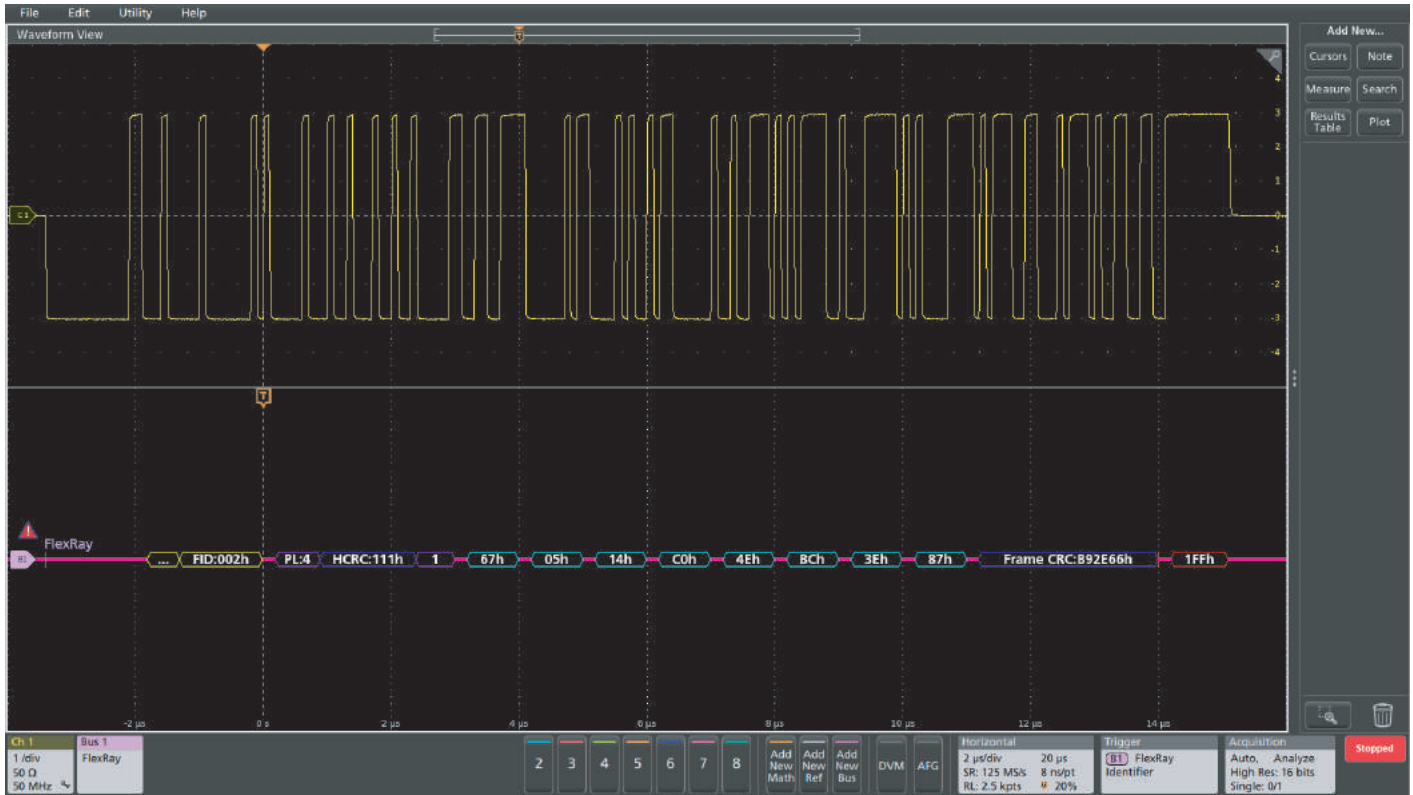
動態訊框還有一個稱為動態追蹤序列 (DTS) 的額外成分，可追蹤資料段尾部 CRC，防止匯流排接收器偵測到過早的通道閒置。

設定 FLEXRAY 匯流排解碼

若要設定解碼，您必須指定一些基本的參數來描述匯流排：

- 指定 FlexRay 通道 A 或 B
- 我們正在探測的訊號類型 (差動、差動對的一半，或控制器與匯流排驅動器之間的邏輯訊號)
- 電壓閾值。當查看非Tx/Rx訊號時，FlexRay 需要設定兩個閾值，因為這是三層匯流排。這可使示波器識別「資料-高」(Data High)和「資料-低」(Data Low)，以及兩個訊號都處於相同電壓的閒置狀態。
- 位元速率





在 FLEXRAY 上解碼和觸發

一旦匯流排已設定，示波器將能夠隔離、擷取和顯示特定的 FlexRay 匯流排事件以及任何其他重合的訊號。這樣的时间相關顯示可讓您驗證設計中的原因和影響。在此例中，示波器設定為在訊框 ID 值 002 (十六進位) 上觸發。

示波器的 FlexRay 觸發功能包括以下類型：

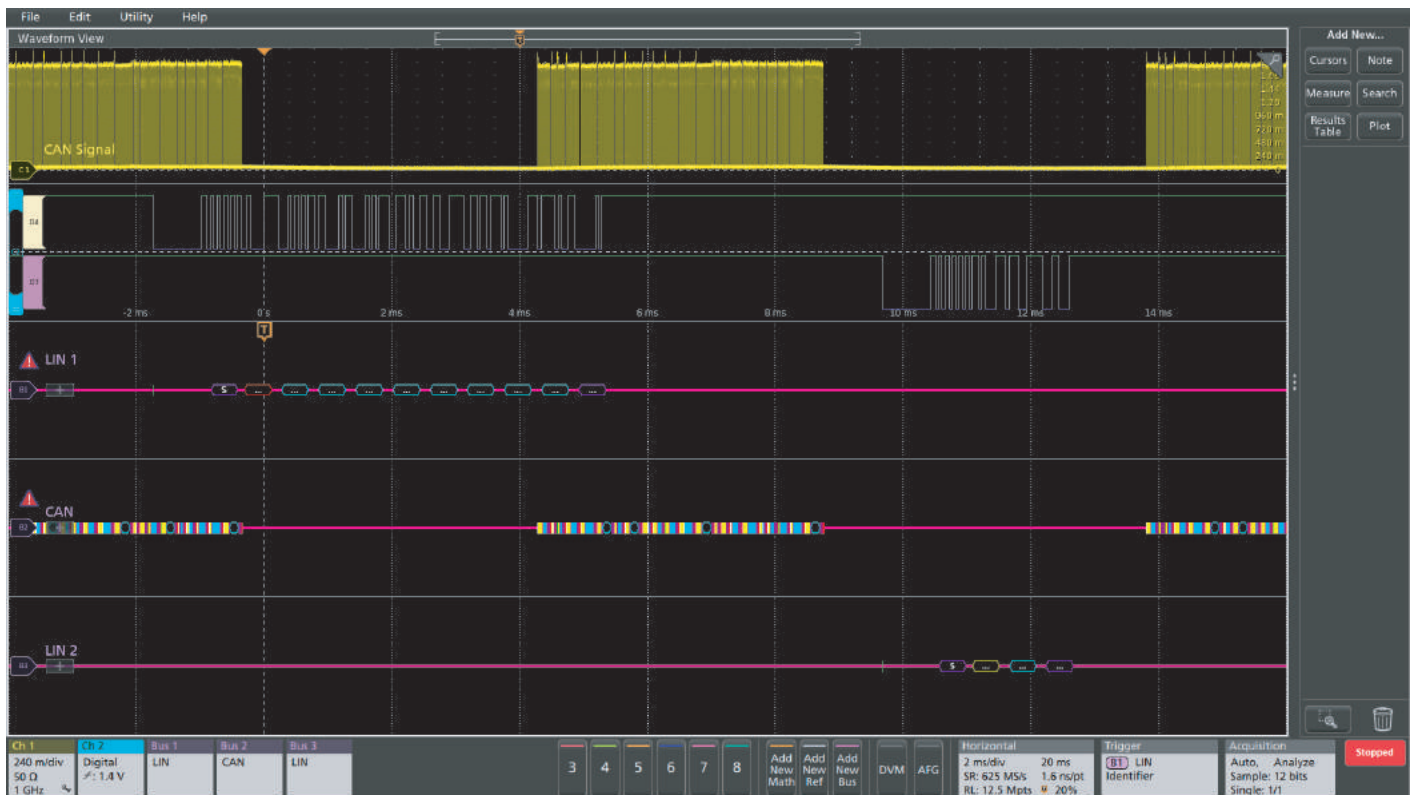
觸發	說明
訊框起始	在訊框起始序列 (FSS) 的後沿上觸發
指示器位元	正常、有效負載、空、同步或啟動訊框
識別符號	特定訊框 ID 或一個範圍的訊框 ID
週期計數	特定週期計數值或週期計數值範圍
標頭欄位	在任何或全部標頭欄位中的使用者指定值組合，包括指示器位元、訊框 ID、有效負載長度、標頭 CRC 和週期計數
資料	在最多 16 位元組資料上觸發。資料視窗可以由使用者指定數量的位元組在一個訊框中進行偏移，具有非常長的資料有效負載。所需資料可以指定為特定值或一系列的位元
識別符號 & 資料	在訊框 ID 和資料的組合上觸發
訊框結束	在靜態訊框、動態訊框或所有訊框
錯誤	在不同的錯誤類型上觸發，包括標頭 CRC 錯誤、資料段尾部 CRC 錯誤、空訊框錯誤、同步訊框錯誤和啟動訊框錯誤



但是有多少事件發生？若要尋找符合特定搜尋條件的所有匯流排事件，您可以使用自動化的 **Wave Inspector** 進行搜尋。此設定類似於匯流排觸發設定，允許示波器尋找並標記所有指定的匯流排事件。

在上例中，示波器被設定為在特定的訊框 ID 上觸發。示波器會擷取並解碼了大約 80 個 FlexRay 訊框。然後，**Wave Inspector** 搜尋被設定為完成擷取，並在一系列資料值範圍內標記了 49 次。指定範圍內的每個資料值都會以粉色括號圖示顯示。使用箭頭鍵，您可以立即在標記值之間導覽。

所有這一切僅需 250,000 點的記錄長度即可完成。例如，5 系列 MSO 可以使用標準記錄長度擷取 62.5 M點，或者配備擴展的記錄長度時可擷取 125 M點。



解碼多重匯流排

示波器的強大功能是能夠同時定義和解碼多個串列匯流排。回到前面使用 CAN 匯流排的例子：現在，想像車窗控制功能是由 LIN 匯流排操作。當駕駛者按下「乘客側車窗下降」(Passenger Window Down) 控制功能時，在駕駛者側車門的 LIN 匯流排上會啟動訊息，通過中央 CAN 閘道，然後傳送到乘客側車門上的另一個 LIN 網路。在這種情況下，我們可以在匯流排之間觸發相關訊息，並同時擷取和解碼所有三個匯流排，在流量在系統內從一個匯流排傳輸至另一個匯流排時可輕鬆檢視流量。在本例中，示波器已在第一個 LIN 訊息上觸發，並擷取了所有三個匯流排。

附錄 A

TEKTRONIX 提供一系列機型來滿足您的需求和預算：

	MSO/DPO70000 系列	DPO7000C 系列	5 系列 MSO	MSO/DPO5000 系列	MDO4000C 系列	MDO3000 系列	MSO/DPO2000 系列
頻寬	33 GHz, 25 GHz, 23 GHz, 20 GHz, 16 GHz, 12.5 GHz, 8 GHz, 6 GHz, 4 GHz	3.5 GHz, 2.5 GHz, 1 GHz, 500 MHz	2 GHz, 1 GHz, 500 MHz, 350 MHz	2 GHz, 1 GHz, 500 MHz, 350 MHz	1 GHz, 500 MHz, 350 MHz, 200 MHz	1 GHz, 500 MHz, 350 MHz, 200 MHz, 100 MHz	200 MHz, 100 MHz, 70 MHz
類比通道	4	4	4、6、8	4	4	2 或 4	2 或 4
數位通道	16 (MSO)	--	8 至 64 (選配)	16 (MSO)	16 (選配)	16 (選配)	16 (MSO)
頻譜分析儀通道	--	--	--	--	1 (選配)	1	--
記錄長度 (所有通道)	高達 62.5M (標配) 高達 250M (選配)	25 M (標配) 高達 125 M (選配)	62.5 M (標配) 125 M (選配)	25 M (標配) 高達 125 M (選配)	20 M	10 M	1 M
取樣率 (類比)	高達 100 GS/s	高達 40 GS/s	高達 6.25 GS/s	高達 10 GS/s	高達 5 GS/s	高達 5 GS/s	1 GS/s
彩色顯示器	12.1 吋 XGA	12.1 吋 XGA	15.6 吋 HD	10.4 吋 XGA	10.4 吋 XGA	9 吋 WVGA	7 吋 WQVGA
串列匯流排觸發和分析	PC SPI RS-232/422/485/ UART CAN LIN FlexRay USB 2.0 10/100BASE-T 乙太網路 MIL-STD-1553 8b/10b 解碼 D-PHY MIPI 解碼 PCI Express 解碼	PC SPI RS-232/422/485/ UART CAN LIN FlexRay USB 2.0 10/100BASE-T 乙太網路 MIL-STD-1553 8b/10b 解碼 D-PHY MIPI 解碼 PCI Express 解碼	PC SPI RS-232/422/485/ UART CAN LIN FlexRay USB 2.0 10/100BASE-T 乙太網路 PC/S/LJ/RJ/TDM	PC SPI RS-232/422/485/ UART CAN LIN FlexRay USB 2.0 10/100BASE-T 乙太網路 MIL-STD-1553 8b/10b 解碼 D-PHY MIPI 解碼 PCI Express 解碼	PC SPI RS-232/422/485/ UART CAN CAN FD LIN FlexRay USB 2.0 PC/S/LJ/RJ/TDM MIL-STD-1553	PC SPI RS-232/422/485/ UART CAN CAN FD LIN FlexRay USB 2.0 I2S/LJ/RJ/TDM MIL-STD-1553	PC SPI RS-232/422/485/ UART CAN LIN
同時顯示的串列匯流排數量	16	16	基本 無限制	16	3	2	2

Tektronix 聯絡方式：

東南亞國協/大洋洲 (65) 6356 3900
奧地利* 00800 2255 4835
巴爾幹半島、以色列、南非及其他 ISE 國家 +41 52 675 3777
比利時* 00800 2255 4835
巴西 +55 (11) 3759 7627
加拿大 1 (800) 833 9200
中東歐、烏克蘭及波羅的海諸國 +41 52 675 3777
中歐與希臘 +41 52 675 3777
丹麥 +45 80 88 1401
芬蘭 +41 52 675 3777
法國* 00800 2255 4835
德國* 00800 2255 4835
香港 400 820 5835
印度 000 800 650 1835
義大利* 00800 2255 4835
日本 81 (3) 67143010
盧森堡 +41 52 675 3777
墨西哥、中/南美洲與加樂比海諸國 52 (55) 56 04 50 90
中東、亞洲及北非 + 41 52 675 3777
荷蘭* 00800 2255 4835
挪威 800 16098
中國 400 820 5835
波蘭 +41 52 675 3777
葡萄牙 80 08 12370
南韓 001 800 8255 2835
俄羅斯及獨立國協 +7 (495) 7484900
南非 +27 11 206 8360
西班牙* 00800 2255 4835
瑞典* 00800 2255 4835
瑞士* 00800 2255 4835
台灣 886 (2) 2656-6688
英國與愛爾蘭*00800 2255 4835
美國 1 800 833 9200

* 歐洲免付費電話，若沒接通，請撥：+41 52 675 3777

最後更新日期 2013 年 6 月

若需進一步資訊，Tektronix 維護完善的一套應用指南、技術簡介和其他資源，並不斷擴大，幫助工程師處理尖端技術。請造訪 www.tektronix.com.tw



Copyright © Tektronix, Inc. 版權所有。Tektronix 產品受到已經簽發及正在申請的美國和國外專利的保護。本文中的資訊代替以前出版的所有資料。技術規格和價格如有變更，恕不另行通知。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc 的註冊商標。本文提到的所有其他商標均為各自公司的服務標誌、商標或註冊商標。

2017 年 5 月

55T-61098-0

Tektronix 台灣分公司

太克科技股份有限公司

114 台北市內湖堤頂大道二段 89 號 3 樓

電話：(02) 2656-6688 傳真：(02) 2799-8558

太克網站：www.tektronix.com.tw

Tektronix[®]