总线协议触发与解码

解决方案

PSO2402-0004CN01

深圳市鼎阳科技股份有限公司
SIGLENT TECHNOLOGIES CO.,LTD

版权和声明

版权

商标信息

SIGLENT 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标

声明

- 本公司产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利的保护
- 本公司保留改变规格及价格的权利
- 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料
- 未经本公司同意，不得以任何形式或手段复制、摘抄、翻译本手册的内容

产品认证

SIGLENT 认证本产品符合中国国家产品标准和行业产品标准，并进一步认证本产品符合其他国际标准组织成员的相关标准。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址：广东省深圳市宝安区 68 区安通达工业园一栋&四栋&五栋

服务热线：400-878-0807

E-mail：support@siglent.com

网址：https://www.siglent.com

1 概述

当前，世界各国都在大力发展新能源，各行业的发展方向已明显转向智能化、数字化、网络化和节能化。随着电子产品功能的不断丰富，为了满足这些电子设备间的通信需求，多种总线协议应运而生，常见有 I^2C、CAN、LIN、 FlexRay、CAN FD、SENT、USB 等协议，这些协议使得不同设备之间能够高效地交换信息，促进了整个系统的协同工作。

技术的快速发展，不断增加了总线协议的种类和复杂性，示波器总线协议的触发与解码是个关键技术，主要用于解析不同总线系统之间的通信协议，以便进行相应的测试、调试和故障排除，推动行业向更加智能化、高效化和可持续化的方向发展。

2 挑战

随着总线协议在各个领域，尤其是汽车和嵌入式系统中的广泛应用，对解码器的性能要求也日益提高。总线协议的数据传输速度、数据量和复杂性都使得实时、准确的解码变得至关重要。任何解码延迟或误码都可能对系统控制产生重大影响，甚至引发安全问题。不同制造商对总线协议实现的差异也增加了解码的难度。这意味着解码器不仅需要具备解析标准协议的能力，还需要适应各种非标准或特定实现的协议。此外，现代电子产品往往同时使用多种总线协议，这对解码器的兼容性和灵活性提出了更高的要求。在资源受限的嵌入式系统中，内存容量和处理器速度都可能成为解码的瓶颈。因此，解码器的算法和数据结构必须经过优化，最大限度地减少资源消耗，同时保持解码的准确性和实时性。

在这种情况下，数字示波器成为了工程师进行总线协议测试的重要工具。示波器不仅能够捕获和分析总线上的信号，还能通过内置的解码功能，将原始信号转换为可读的协议数据。这对于快速定位和解决问题、优化系统性能以及开发新的总线协议都极为有利。常见的总线协议类型如下：

- 嵌入式/IC 接口协议：I^2C、SPI、UART、USB2.0
- 汽车总线协议：CAN、LIN、FlexRay、CAN FD、SENT
- 视频/音频协议：I^2S
- 无线/射频协议：Manchester、MIL-STD-1553B、ARINC429

3 解决方案

鼎阳科技示波器在电子测量和调试中发挥着重要作用，可为工程师提供总线协议触发与解码功能，下图为鼎阳科技现有产品的协议解码功能汇总：

	I^2C / SPI / UART / CAN / LIN	CAN FD	FlexRay	I^2S	SENT	Manchester	MIL-STD-1553B	ARINC429	USB2.0
SDS7000A	√	√	√	√	√	√	√	√	√
SDS6000 Pro	√	√	√	√	√	√	√	√	
SDS6000L	√	√	√	√	√	√	√		
SDS3000X HD	√	√	√	√	√	√	√	√	
SDS2000X HD	√	√	√	√	√	√	√		
SDS1000X HD	√	√	√						
SDS800X HD	√								
SDS5000X	√	√	√	√	√		√		
SDS3000X	√	√	√	√			√		√
SDS2000X Plus	√	√	√	√	√	√	√		
SDS2000X-E	√								
SDS1000X-E	√								
SDS1000X-C	√								
SDS1000X-U	√								

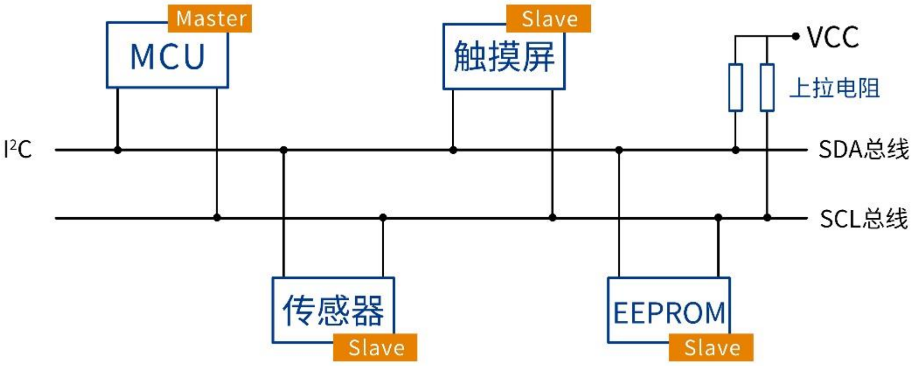
3.1 嵌入式/IC 接口协议触发与解码

对于嵌入式系统和集成电路设计人员来说，嵌入式/IC 接口协议总线（如 I^2C、SPI、UART、USB 等）的性能和稳定性至关重要。这些总线负责在芯片、板卡之间或者系统与外部设备之间传输数据和控制信号，其正常运行对于整个系统的性能和可靠性都具有决定性影响。为了确保这些接口能够正常工作，设计人员需要对它们进行详细的测试和调试。

鼎阳科技示波器的高级触发与解码功能可在测试和调试嵌入式/IC 接口协议总线方面提供很大的帮助，其能够准确地捕获接口总线上的电信号，并以波形的方式直观展示出来，可同时观察多个信号线的总线系统，进行信号间的时序关系分析，更加深入地了解接口总线的通信情况，确保接口的稳定性和性能达到设计要求，加速产品的开发周期，提高产品质量。

3.1.1 I²C

I²C 总线（Inter-Integrated Circuit），是一种重要的串行通信协议，该协议仅使用两根信号线——串行数据线（SDA）和串行时钟线（SCL），实现了多个设备之间的双向通信。I²C 总线的设计初衷是为了减少复杂电子系统（如电视机等）内部的布线数量以及降低制造成本。通过采用两线制通信方式，它有效地简化了器件间的连接复杂性。这使得 I²C 总线在微控制器和各种外围设备之间的通信中得到了广泛应用，包括传感器与微控制器之间的数据交换、存储器芯片的读写操作、外设设备的控制、显示器控制器的通信等。



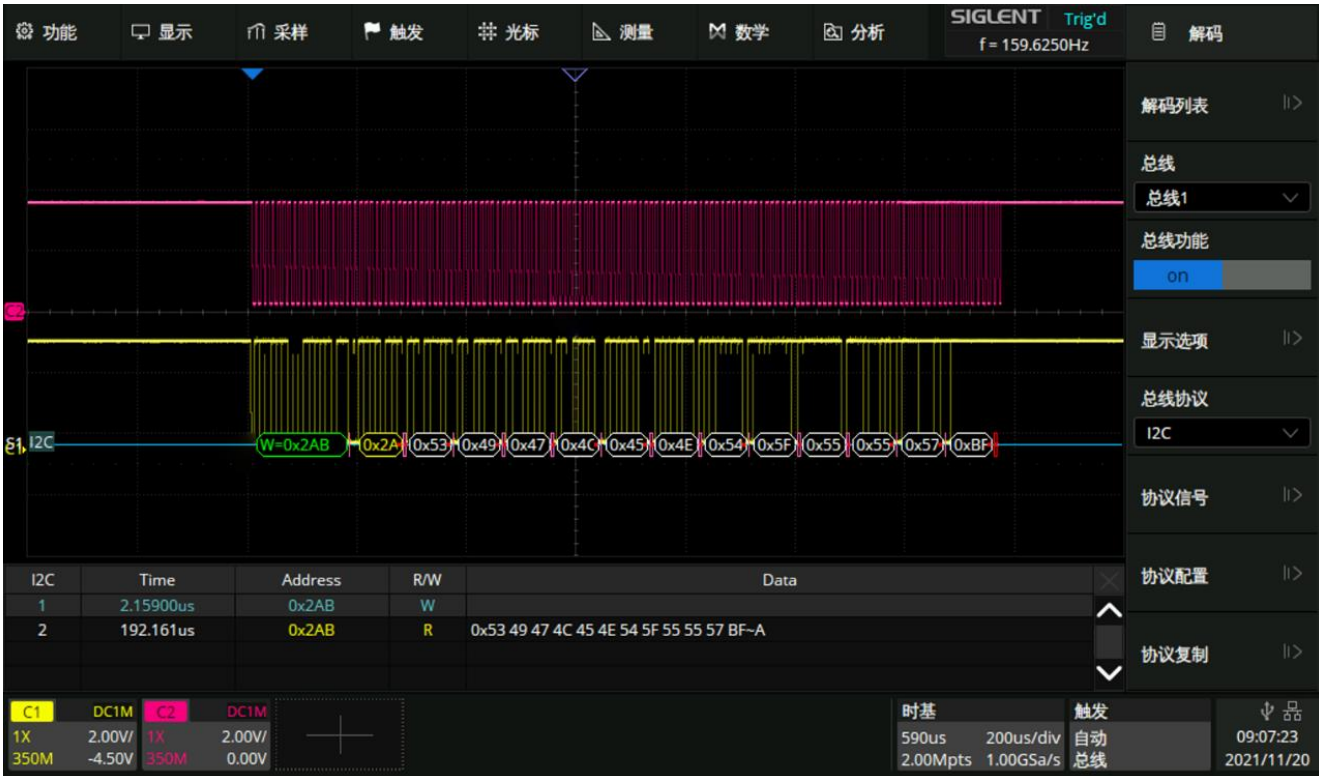
SIGLENT 示波器可提供 I²C 协议的触发与解码功能，以 SDS3000X HD 系列示波器为例：

表 1．I²C 触发和串行解码

I²C 信号设置	示波器连接串行数据线（SDA）和串行时钟线（SCL）
	设置输入信号的阈值电平
	设置触发或解码使用的信源
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
I²C 触发	开始条件：当 SCL 为高而 SDA 从高到低转换时触发
	停止条件：当 SCL 为高而 SDA 从低到高转换时触发
	重启条件：当另一个启动条件在停止条件之前出现时触发
	无应答： 在任何 ACK 的时钟位期间，当 SDA 数据为高时示波器触发
	EEPROM 数据读取：触发在 SDA 线上寻找 EEPROM 控制字节值 1010xxx，其后

	面跟随一个读取位和一个应答位。
	7 位地址&数据：7 位寻址模式中的读或写帧上触发
	10 位地址&数据：如果码型中所有位都匹配，则在紧随数据的应答位上触发
	数据长度：数据长度范围是 1 至 12。若当前触发数据符合所设数据长度，且所选地址位长度与信号相匹配，则触发。
I^2C 解码	TIME：时间标签，当前数据帧的帧头相对于触发位置的水平位移值
	Address：地址值，如：“0x50”表示地址为 50，无应答
	R/W：读地址或写地址
	DATA： 数据字节，一帧解码数据对应列表行中的一行

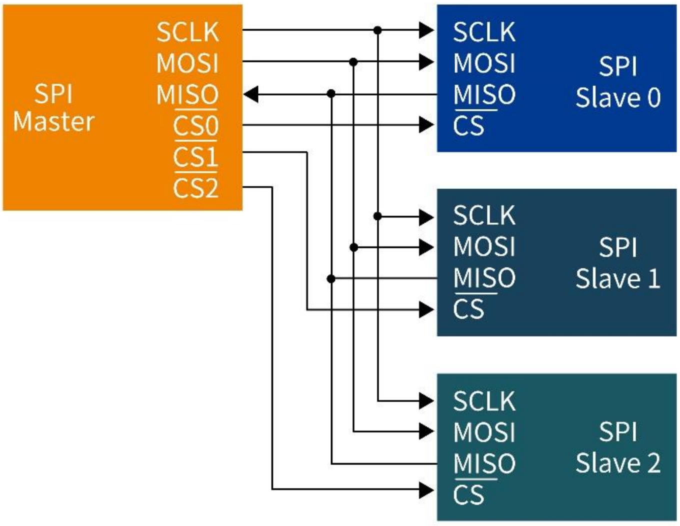
I^2C 解码结果：



3.1.2 SPI

SPI（Serial Peripheral Interface）是一种同步串行通信协议，由一个主设备和一个或多个从设备组成，

主设备启动与从设备的同步通信，从而完成数据的交换。它被广泛地使用在 EEPROM、Flash、实时时钟（RTC）、数模转换器（ADC）、数字信号处理器（DSP）以及数字信号解码器之间，要求通讯速率较高的场合。



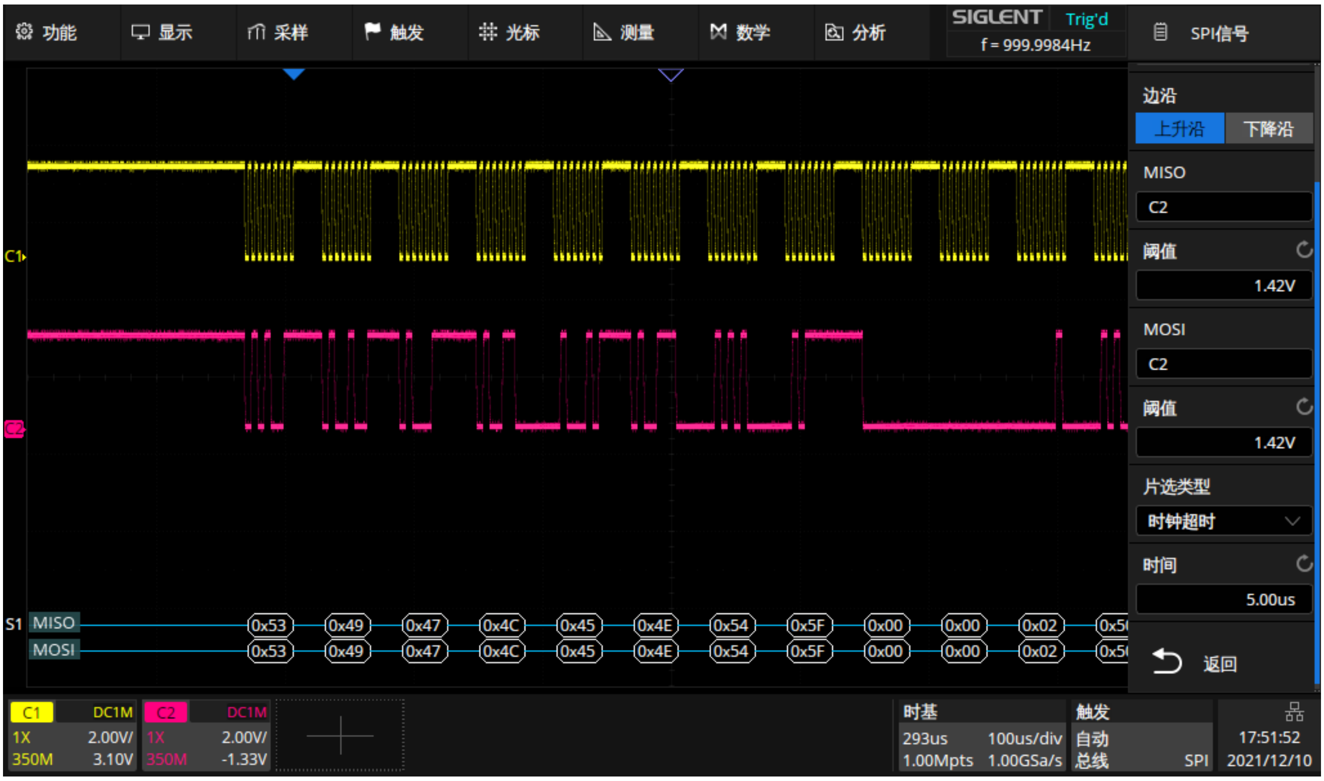
SIGLENT 示波器可提供 SPI 协议的触发与解码功能，以 SDS3000X HD 系列示波器为例：

表 2. SPI 触发和串行解码

SPI 信号设置	示波器连接时钟、MOSI 数据、MISO 数据和片选信号
	设置每个输入通道的阈值电平
	设置信号其它参数
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
SPI 触发	触发源：MISO 数据或 MOSI 数据
	数据长度：设置每个 SPI 帧的数据长度，设置范围为 4~96bit
	设置在特定的数据下触发
	设置比特流格式为最高有效位在先（MSB）或最低有效位在先（LSB）
SPI 解码	TIME：时间标签，当前数据帧的帧头相对于触发位置的水平位移值
	Address：地址值，如：“0x50”表示地址为 50，无应答

	R/W：读地址或写地址
	DATA： 数据字节，一帧解码数据对应列表行中的一行

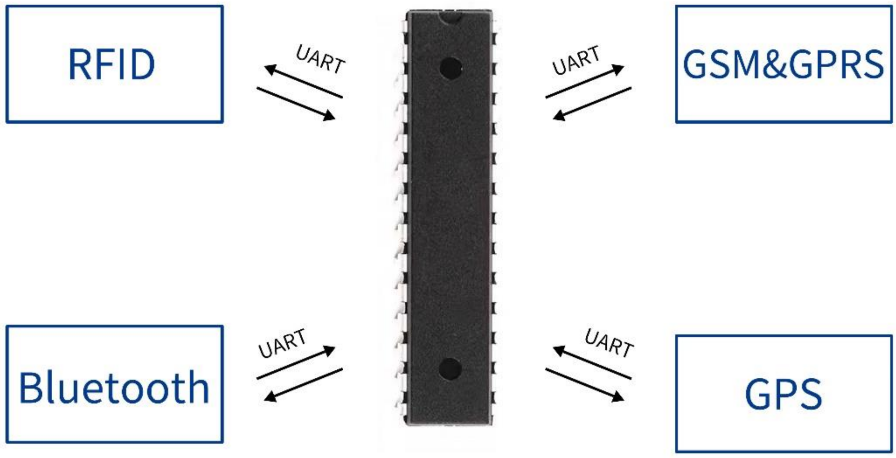
SPI 解码结果：



3.1.3 UART

UART（Universal Asynchronous Receiver/Transmitter）是一种通信协议，通常称为通用异步收发传输器。它是设备间进行异步通信的关键模块，主要用于在计算机和外部设备之间传输数据。

UART 协议的优势在于其简单性和易实现性。它不需要复杂的协议和校验机制，因此在资源有限的嵌入式系统中得到广泛应用。此外，UART 协议的传输距离也相对较长，可以达到几米到几十米，适用于大多数应用场景。

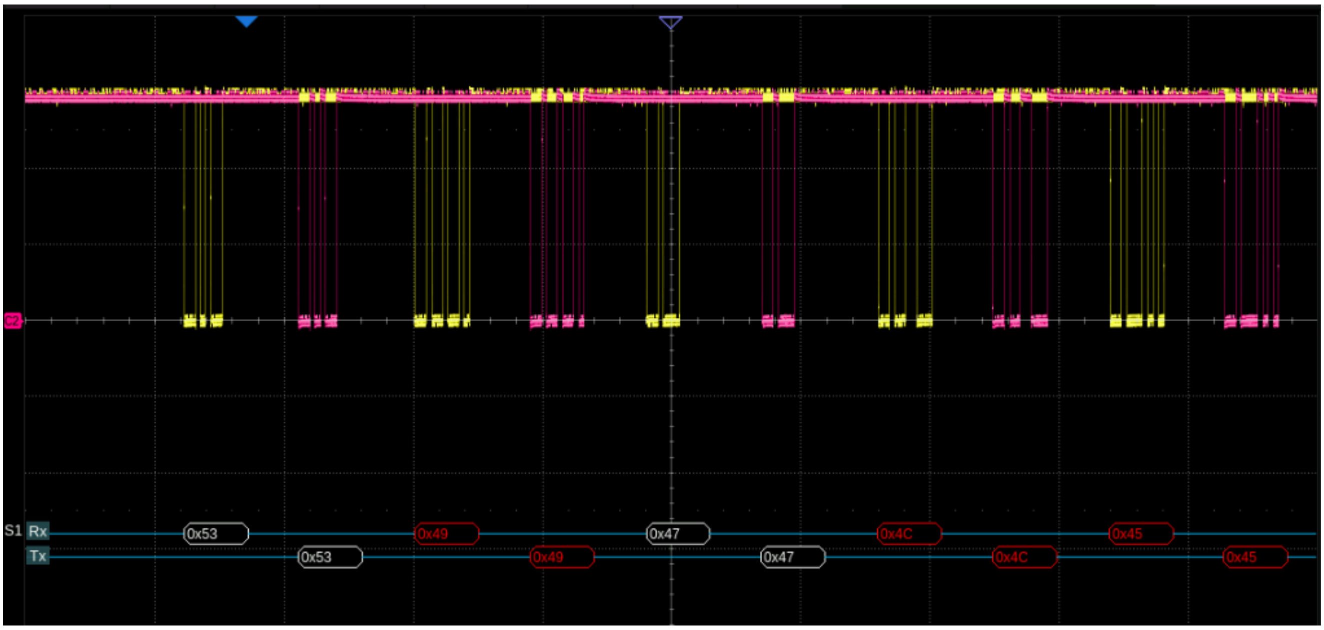


SIGLENT 示波器可提供 UART 协议的触发与解码功能，以 SDS3000X HD 系列示波器为例：

表 3. UART 触发和串行解码

UART 信号设置	示波器连接 RX 和 TX 信号
	设置每个输入通道的阈值电平
	设置信号其它参数
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
UART 触发	开始条件：在 RX/TX 上出现开始位时触发
	停止条件：在 RX/TX 上出现停止位时触发
	数据：可选择比较符并设置相应数据值来对信号进行触发
	校验错误：根据用户设置的奇偶校验类型对数据进行奇偶校验，如果校验值错误则触发
UART 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	RX：接收数据字
	RX Err：接收错误类型
	TX：发送数据字
	Data：发送错误类型

UART 解码结果：

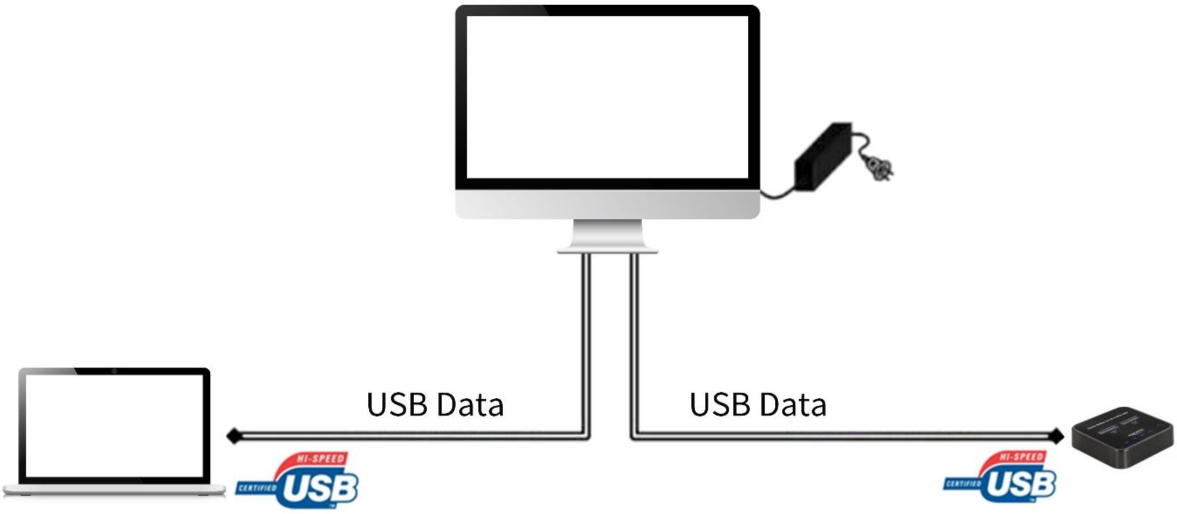


UART 解码列表：

UART	Time	RX	RX Err	TX	TX Err
1	-24.2780us	0x53			
2	20.1392us			0x53	
3	65.3218us	0x49	Parity Err		
4	109.767us			0x49	Parity Err
5	154.861us	0x47			
6	199.305us			0x47	
7	244.460us	0x4C	Parity Err		

3.1.4 USB2.0

USB2.0 协议（Universal Serial Bus 2.0），是一种支持高速数据传输的通用串行总线标准，是一种采用 4 线系统的高速数据传输技术。它的传输速度很快，可达 480 Mb/s，理论速率可达 60 MB/s，因传输速率高，支持热插拔、易于扩展、供电简单、兼容性好等因素被广泛用于计算机与外部设备之间的连接和数据交换。



SIGLENT 示波器可提供 USB2.0 协议的串行解码功能，以 SDS7000A 系列示波器为例：

表 4. USB2.0 触发和串行解码

USB2.0 信号设置	选择信号速度：低速（1.5Mb/s)、全速（12Mb/s）或高速（480Mb/s）
	示波器连接到 USB2.0 信号
	对于低速或全速信号，设置 D+源、D-源以及对应的阈值
	对于高速信号，设置差分源
	设置信号的源和阈值电平
USB2.0 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	PID：数据包类型
	Address：地址，仅令牌包有该字段
	Endp：端点号，仅令牌包有该字段
	Data：数据字节
	Fr：帧号，仅 SOF 包有该字段
	CRC：循环冗余校验
	Error：错误

USB2.0 解码结果：

3.2 汽车总线协议触发与解码

汽车串行总线（如 CAN、LIN、FlexRay、CAN FD、SENT 等）是现代汽车电子系统中的重要组成部分，它们负责在车辆内部各个电子控制单元（ECU）之间传输数据。为了确保这些总线在车辆中的可靠和高效运行，电子系统设计人员需要对总线的物理层进行详细的测试和调试。

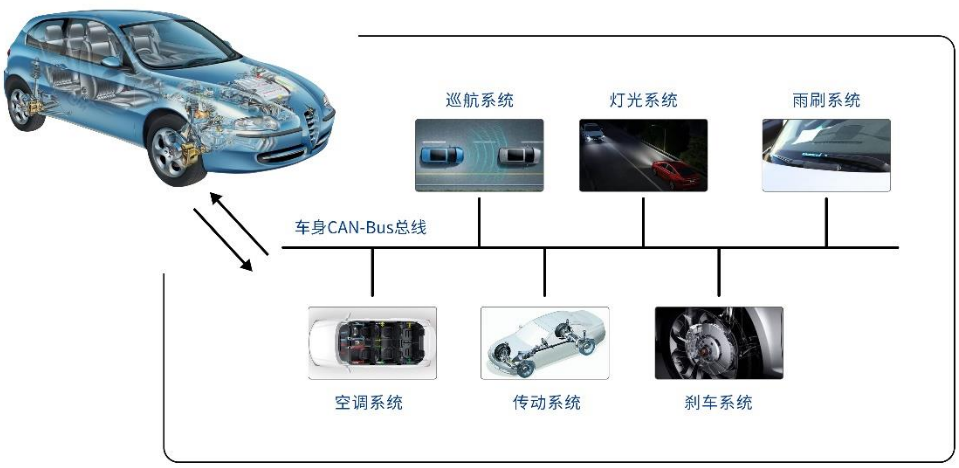
在汽车串行总线的物理层测试和调试过程中，大量的数据需要被捕获、解码和分析，以便准确理解总线上的通信情况。如果仅依赖手动处理，不仅效率低下，而且很难保证结果的准确性。示波器是电子系统设计人员在测试和调试汽车串行总线物理层时的重要工具，它能够提高测试效率，缩短开发周期，确保汽车串行总线的可靠运行。

鼎阳科技示波器可帮助电子系统设计人员测试和调试汽车串行总线，帮助捕获和分析汽车串行总线上的信号。通过示波器触发功能可以捕获总线上的特定事件或帧，如起始位、结束位、错误帧等。而解码功能则可以将捕获的原始数据转换为易于理解的协议信息，如帧 ID、数据字段、校验位等。使得设计人员无需手动处理大量的原始数据，从而直观地查看和分析总线上的通信情况。此外，鼎阳科技示波器还支持多种汽车串行总线协议的同时测试和调试，可以在一个屏幕上显示多个总线的通信情况，方便设计人员进行跨总线的分析和调试，判断总线物理层的工作状态。

3.2.1 CAN

CAN：控制器局域网总线协议（Controller Area Network），是一种串行通信协议，因其高速传输、广播通信、多主机通信、差分信号传输等特点使其成为一种高效、可靠、安全的通信协议，被广泛应用于汽车和工业领域的各种控制系统中。

CAN 总线协议最初的目标是实现对汽车行驶状态的全面控制以及实现各种功能。为了实现这一目标，各控制器单元通过利用各种传感器和总线技术进行数据采集与交换，如发动机转速、车速、油量这些数据，使得控制器单元可以判断车辆状态以及司机的意图，对汽车进行精确操控。而 CAN 总线就是为这些控制器单元之间提供高效、可靠和实时的通信而设计的网络和协议。



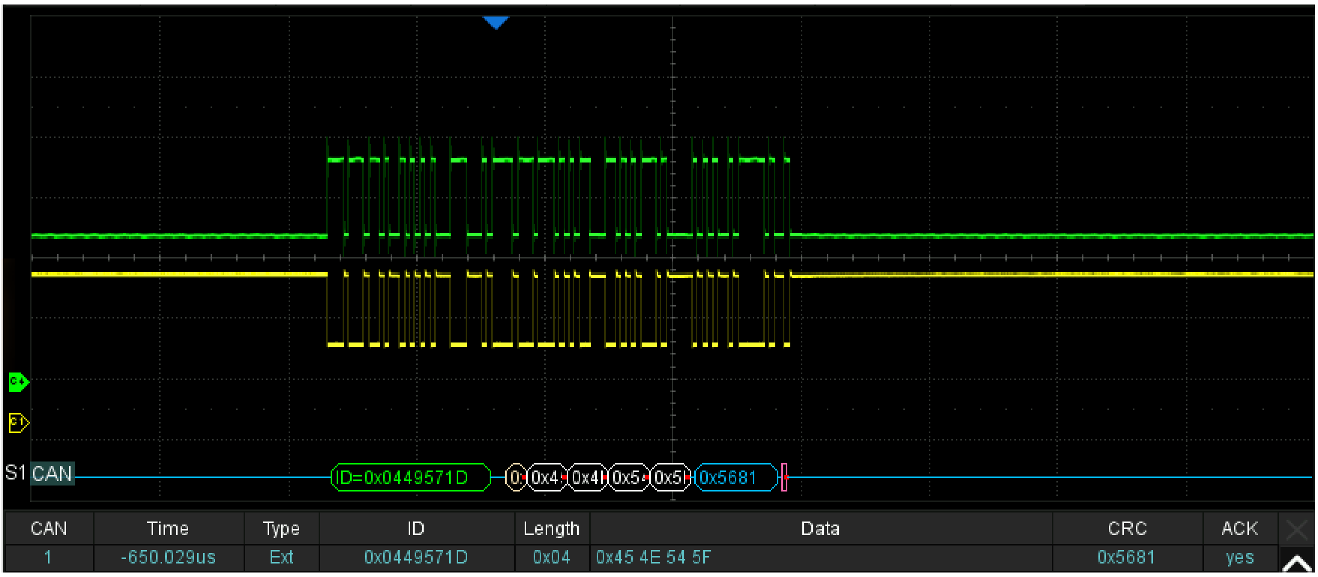
SIGLENT 示波器可提供 CAN 协议的触发与解码功能，以 SDS6000 Pro 系列示波器为例：

表 5. CAN 触发和串行解码

CAN 信号设置	示波器连接 CAN_H 和 CAN_L 信号
	设置每个输入通道的阈值电平
	设置触发或解码使用的信源
	设置 CAN 总线的波特率参数
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
CAN 触发	开始条件：在帧开始时触发

	远程帧：在具有指定 ID 的远程帧上触发
	ID：在与指定 ID 匹配的数据帧上触发
	ID+数据：在与指定 ID 和数据匹配的数据帧上触发
	错误帧：在 CAN 信号的错误帧上触发
CAN 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	Type：帧的类型，可显示数据帧（用“D”表示）或远程帧（用“R”表示）
	ID：帧 ID，将自动检测为 11 位或 29 位帧
	Length：数据长度
	Data：数据字节
	CRC：循环冗余校验
	Ack：应答位

CAN 解码结果：

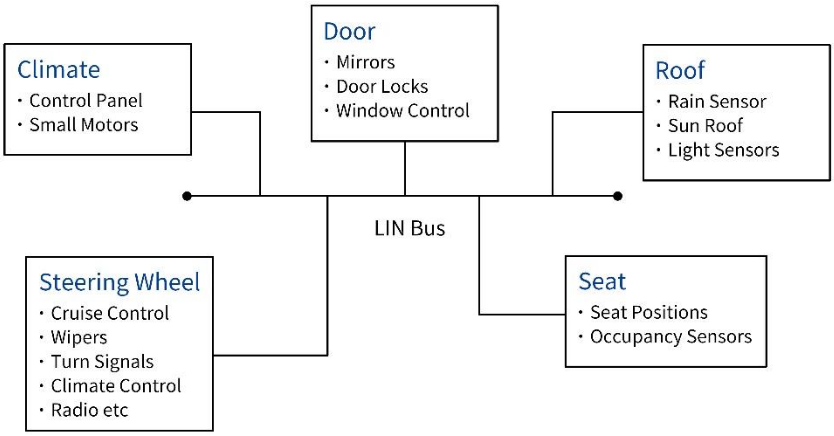


3.2.2 LIN

LIN 局部互联网络总线协议（Local Interconnect Network），是一种用于汽车分布式电子系统的低成本串行通信网络。其主要应用于车辆内部的各种简单控制任务，如车窗控制、天窗操作、座椅调节、门锁控

制、空调系统和照明设备等低速且低成本的应用场景。

以车门控制系统为例，车门上通常配备有门锁、车窗玻璃开关、车窗升降电机以及操作按钮等部件。这些部件之间只需要一个 LIN 网络就可以实现互联互通，极大地简化了布线复杂度并降低了成本。



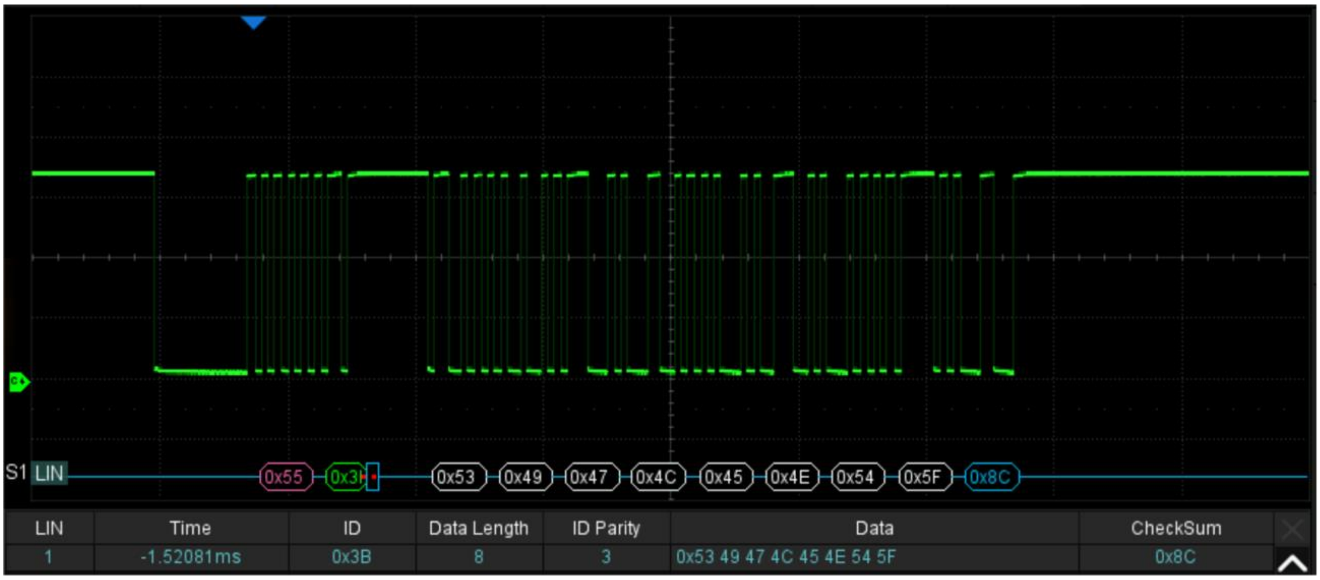
SIGLENT 示波器可提供 LIN 协议的触发与解码功能，以 SDS6000 Pro 系列示波器为例：

表 6. LIN 触发和串行解码

LIN 信号设置	示波器连接 LIN 信号
	设置每个输入通道的阈值电平
	设置触发或解码使用的信源
	设置 LIN 总线的波特率参数
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
LIN 触发	间隔：在帧开始时触发
	ID：在检测到其 ID 等于设定值的帧时触发。设定范围为 0x00 至 0x3f
	ID&数据：在检测到其 ID 和数据等于设定值的帧时触发
	数据错误：在 LIN 信号的错误帧上触发
LIN 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	ID：帧 ID
	Data length：数据长度

	ID Parity：ID 奇偶校验
	Data：数据字节
	Checksum：数据校验和

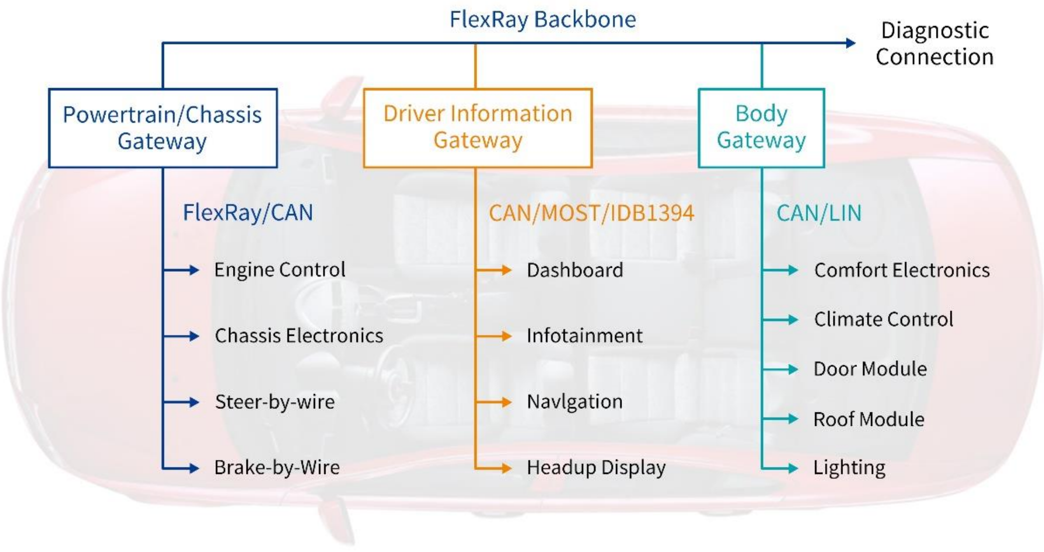
LIN 解码结果：



3.2.3 FlexRay

高端车辆性能的实现依赖于众多传感器、执行器和电子控制单元的精确同步。这些组件需要实时、高效地交换数据，以确保车辆在各种驾驶条件下的卓越表现。然而， 传统的 CAN 协议由于其固有的带宽限制，已经无法满足先进车辆对数据传输速率和实时性的严苛要求。

为了应对这一挑战，FlexRay 协议应运而生。它被专门设计用于满足线控驱动（如线控启动、线控制动）和先进设备辅助系统（如发动机、变速箱）等关键应用的通信需求。FlexRay 协议提供了更高的带宽、更低的延迟和更强大的同步能力，确保了车辆内部各个系统之间的无缝协作。



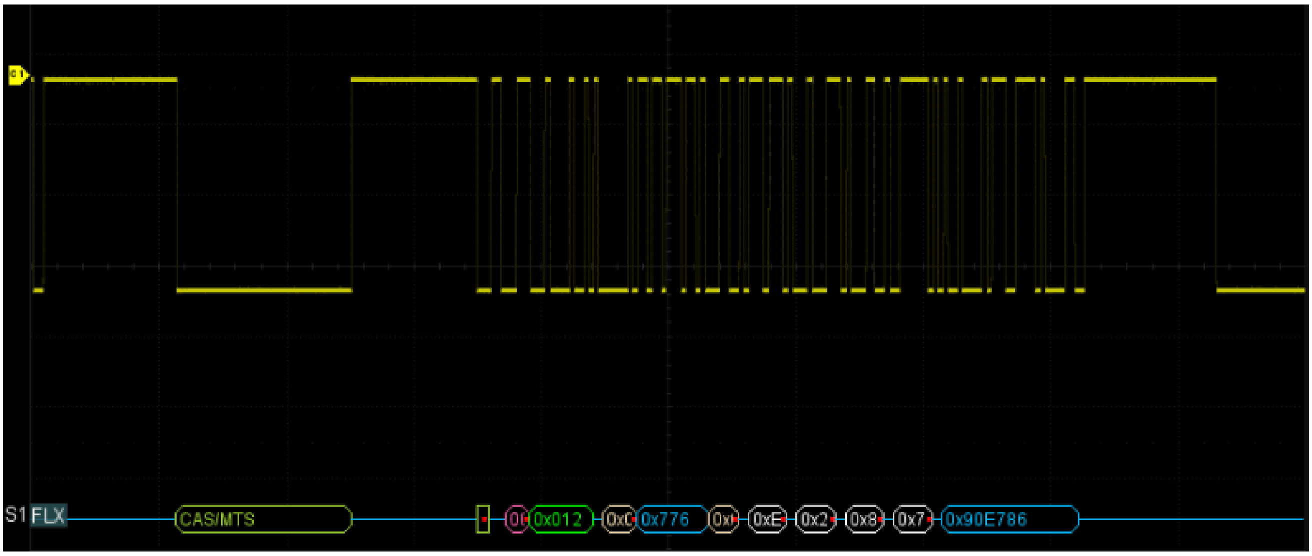
SIGLENT 示波器可提供 FlexRay 协议的触发与解码功能，以 SDS7000A 系列示波器为例：

表 7. FlexRay 触发和串行解码

FlexRay 信号设置	示波器连接 FlexRay 信号
	设置输入通道的阈值电平
	设置触发或解码使用的信源
	设置 FlexRay 总线的波特率参数
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
FlexRay 触发	起始：在传输起始序列上触发
	帧：在总线的帧上触发
	符号：在 CID(信道空闲界定符)、CAS/MTS（冲突避免符/媒体访问测试符）和 WUS（唤醒特征符）上触发
	错误：在总线错误时触发，包括帧起始错误、字节起始错误、帧结束错误、头部 CRC 错误、数据 CRC 错误
FlexRay 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	FID：帧 ID，特征符会单独占据列表的一行
	PL：数据长度
	HCRC：帧头部校验

	CYC：周期数量
	Data：数据字节
	FCRC：帧数据校验

FlexRay 解码结果：



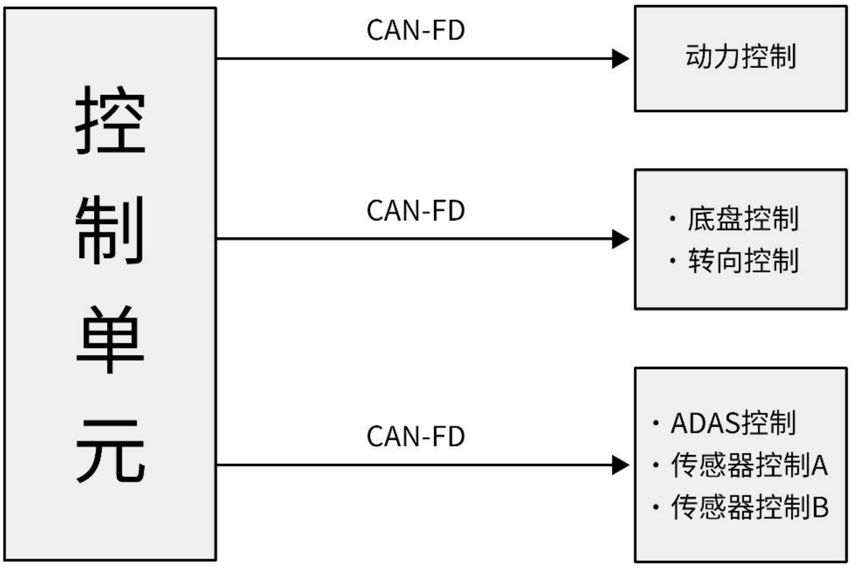
FlexRay 解码列表：

FLX	Time	FID	PL	HCRC	CYC	Data	FCRC
1	-83.0406us	0x012	0x02	0x776	0x0C	0xEE 0x23 0x8C 0x7E	0x90E786
2	-25.0160us	CAS/MTS					
3	-1.40820us	0x012	0x02	0x776	0x0C	0xEE 0x23 0x8C 0x7E	0x90E786
4	56.6174us	CAS/MTS					
5	80.2240us	0x012	0x02	0x776			

3.2.4 CAN FD

CAN FD 总线（CAN with Flexible Data rate）是基于 CAN 总线协议的升级版本，与传统的 CAN 总线相比，CAN FD 协议具有更强的数据处理能力和更高效的通信机制，其改进了错误处理机制，能够更好地应对通信过程中的各种异常情况，确保数据的准确性和完整性。除汽车电子外，还适用于工业自动化、智能家居等

领域。



SIGLENT 示波器可提供 CAN FD 协议的触发与解码功能，以 SDS6000 Pro 系列示波器为例：

表 8. CAN FD 触发和串行解码

CAN FD 信号设置	示波器连接 CAN FD 信号
	设置每个输入通道的阈值电平
	设置触发或解码使用的信源
	设置 CAN FD 总线的波特率参数
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
CAN FD 触发	开始条件：在帧开始时触发
	远程帧：在具有指定 ID 的远程帧上触发
	ID：在与指定 ID 匹配的数据帧上触发
	ID+数据：在与指定 ID 和数据匹配的数据帧上触发
	错误帧：在 CAN FD 信号的错误帧上触发
CAN FD 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值

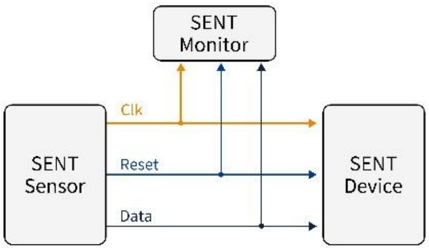
	Type：帧的类型，Std, Ext, FD Std, FD Ext, Std RTR, Ext RTR
	ID：帧 ID
	Length：数据长度
	Data：数据字节
	CRC：循环冗余校验
	Ack：应答位

CAN FD 解码列表：

CAN FD	Time	Type	ID	Length	Data	CRC	ACK
1	-190.506us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
2	-95.5054us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
3	-505.600ns	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
4	94.4942us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes
5	189.496us	FD Std	0x66	0x08	0x0A 1B 2C 3D 4E 5F 60 71	0x9ADA	yes

3.2.5 SENT

SENT 为单边半字传输协议（Single Edge Nibble Transmission）。SENT 协议是一种简单且有效的通信协议，用于在网络中传输数据，具有轻量级、易于实现和扩展等特点，适用于汽车电子中的传感器信号传输等多种应用场景。



SIGLENT 示波器可提供 SENT 协议的触发与解码功能，以 SDS6000 Pro 系列示波器为例：

表 9 . SENT 触发和串行解码

SENT 信号设置	示波器连接 SENT 信号
	设置输入通道的阈值电平
	设置触发或解码使用的信源
	设置 SENT 总线的消息格式等
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
SENT 触发	起始位置：示波器将在消息开始时触发（56 个同步时钟后）
	快速通道：当状态和通信半字节和数据字节与指定值匹配时触发
	慢速通道：示波器在慢速通道信息上触发
SENT 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	Sync：同步脉冲 (仅快速通道显示)
	State：状态&通信半字节 (仅快速通道显示)
	ID：帧 ID (仅慢速通道显示)
	Data：数据半字节
	CRC：CRC 校验
	Pause：暂停脉冲
	Error：错误

SENT 解码结果：

3.3 视频/音频协议触发与解码

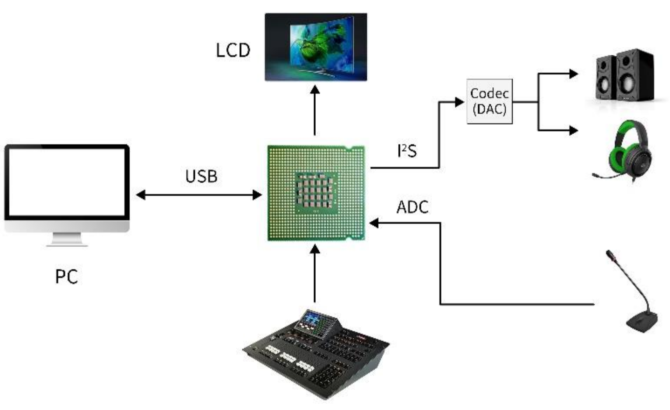
视频/音频协议如 I²S、RTMP、HLS 等，每种协议都有其特定的应用场景和优势。其为不同的设备和系统提供了统一的通信标准，确保了互操作性和兼容性，对于现代多媒体通信和娱乐系统的运行至关重要。它们确保了数据的可靠传输和优质的用户体验，可广泛应用于需要高质量音频传输的场景。

对于视频/音频协议来说，信号的质量直接影响到用户体验和传输效果。观察和测量信号波形对于视频/音频协议来说至关重要，因为信号的波形、毛刺等特征直接影响到视频和音频的质量和性能。通过示波器，工程师可以清晰地看到这些特征，从而判断信号的质量和性能是否符合要求。

鼎阳科技示波器能帮助工程师观察、测量、分析和优化视频/音频信号，了解信号的质量情况，进行相应的调整和优化，确保视频/音频信号的清晰度和连续性；设备出现故障时，还可通过观察示波器上的信号波形和测量信号参数，确定故障出现的位置和原因，并进行相应的修理和维护，使设备正常运行。

3.3.1 I²S

I²S 协议（Inter-IC Sound），又称集成电路内置音频总线，是一种针对数字音频设备之间的音频数据传输而制定的总线标准。具有简单、高效和扩展性强等特点，在音响系统、汽车音响、便携式设备和嵌入式系统等领域都有广泛的应用。它的高质量音频传输能力和标准化特性使得不同设备之间的音频数据传输变得更加简单和高效。



SIGLENT 示波器可提供 I²S 协议的触发及解码功能，以 SDS3000X HD 系列示波器为例：

表 10. I^{2}S 触发和串行解码

I^{2}S 信号设置	示波器连接帧时钟（WS）、串行时钟（BCLK）和串行数据信号（Data）
	设置每个输入通道的阈值电平
	设置信号其它参数
	设置在触发和解码之间同步信号设置和总线
I^{2}S 触发	数据：可选择比较符并设置相应数据值来对信号进行触发
	Mute：对静音信号进行触发
	Clip：对破音信号进行触发
	毛刺：对音频信号的毛刺进行触发
	上升沿：在大于门限设置值的信号上触发
	下降沿：在小于门限设置值的信号上触发
I^{2}S 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	Type：声道类型，Left CH 为左声道，Right CH 为右声道
	Data：数据字节，以原码显示
	Complemental Code：数据字节，以补码显示
	Error：错误

I^{2}S 解码列表：

I2S	Time	Type	Data	Complemental Code	Error
1	-1.99274ms	Left CH	0x17	00010111	
2	-1.49276ms	Right CH	0x00	00000000	
3	-992.737us	Left CH	0x17	00010111	
4	-492.762us	Right CH	0x00	00000000	
5	7.26200us	Left CH	0x17	00010111	
6	507.237us	Right CH	0x00	00000000	
7	1.00726ms	Left CH	0x17	00010111	

3.4 无线/射频协议触发与解码

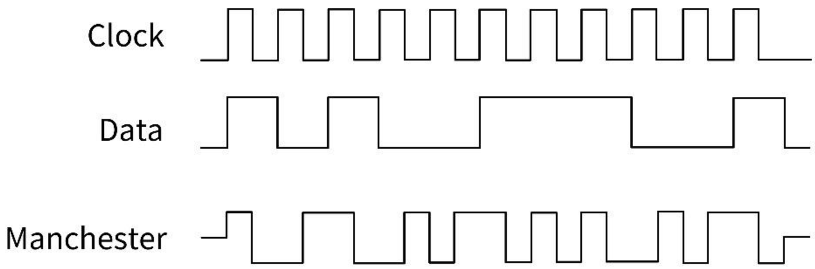
无线/射频协议是一种允许电子设备通过无线电波进行通信的规范和标准。这些协议涵盖了从物理层到数据链路层等多个层次，规定了信号的调制方式、频率、传输速率、数据格式以及设备之间的连接和握手过程等，有效提供了广覆盖、高容量的通信服务。

在无线/射频协议分析中，工程师需要了解特定的信号事件和数据传输过程，从而提高系统的稳定性和可靠性。鼎阳科技示波器可以通过其精确的触发功能来捕获编码信号中的特定跳变沿或数据位等关键信息，通过解码功能，可以将捕获的编码信号转换成可读的数据格式，帮助工程师对信号进行实时监测和分析，理解通信过程中的各种参数和状态，迅速找到问题所在并进行调试。

3.4.1 Manchester

Manchester 协议是基于 Manchester 编码方式的一种串行通信协议标准。Manchester（曼彻斯特编码），是一种具有自同步能力和良好抗干扰性能的编码方式，因其参数设置上具有很大的灵活性，使得它在许多应用中都能表现出良好的性能。这种协议在数据传输过程中通过特定的电平跳变来表示逻辑值，并且确保在每个时钟周期内至少有一次电平跳变。这种跳变不仅传输了数据，还隐含地传输了时钟信息，因此 Manchester 编码也被称为自同步编码。

Manchester 协议通常用于需要较高可靠性和同步精度的应用，例如局域网、工业控制网络和一些专业总线系统。在这些系统中，数据的正确传输和时钟的同步都至关重要，而 Manchester 协议通过其独特的编码方式提供了这些特性。此外，由于 Manchester 编码在每个时钟周期内都有电平跳变，因此它对于线路上的噪声和干扰也具有一定的抵抗能力，这使得 Manchester 协议在电磁环境较为恶劣的情况下仍能保持相对稳定的通信性能。

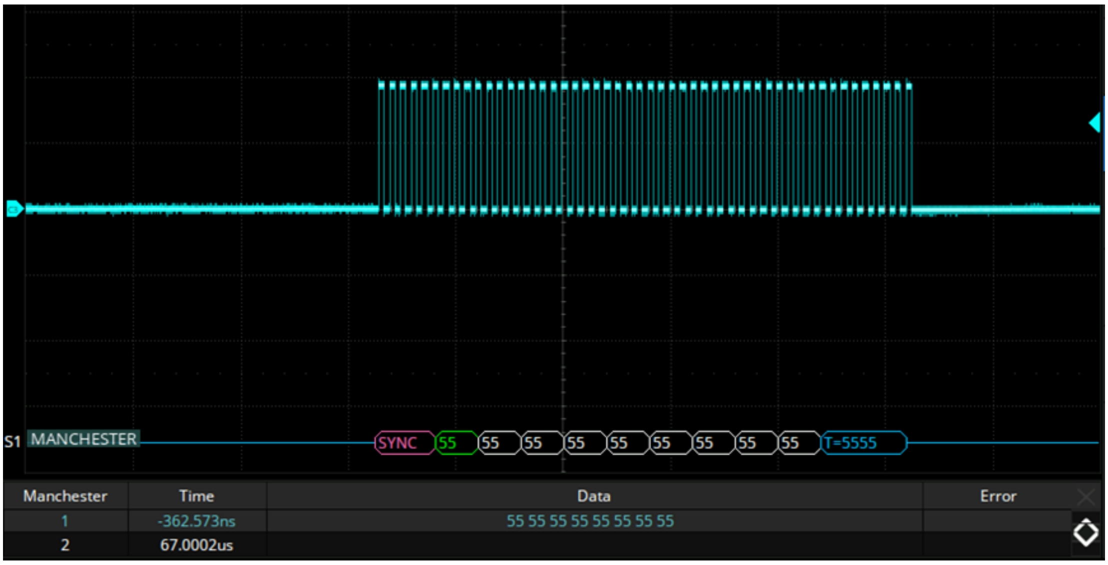


SIGLENT 示波器可提供 Manchester 的解码功能，以 SDS7000A 系列示波器为例：

表 11. Manchester 解码

Manchester 信号设置	示波器连接 Manchester 信号
	设置输入通道的阈值电平
	设置解码使用的信源和阈值电平
Manchester 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	Data：数据字节
	Error：错误

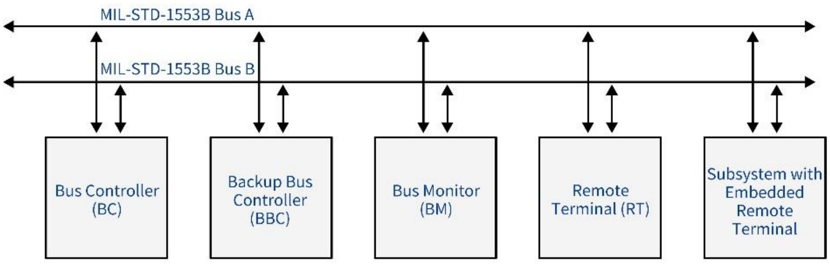
Manchester 解码结果：



3.4.2 MIL-STD-1553B

MIL-STD-1553B 是一种标准的信号多路传输系统。它主要应用于需要高可靠性和实时数据传输的复杂系统中，用于实现各种设备之间的数据传输和通信。

MIL-STD-1553B 采用时分制命令/响应式多路复用数据总线，可以挂接 31 个远置终端。它有三种终端类型，包括总线控制器（BC）、远程终端（RT）和总线监视器（BM）。其中，总线控制器负责控制总线的操作，远程终端是连接到总线上的设备，总线监视器用于监视总线上的数据传输。此外，MIL-STD-1553B 还采用了冗余通道设计，提高了系统的容错能力和可靠性。这种设计使得在两个通道之间可以自动切换，从而避免了单点故障导致的系统失效。



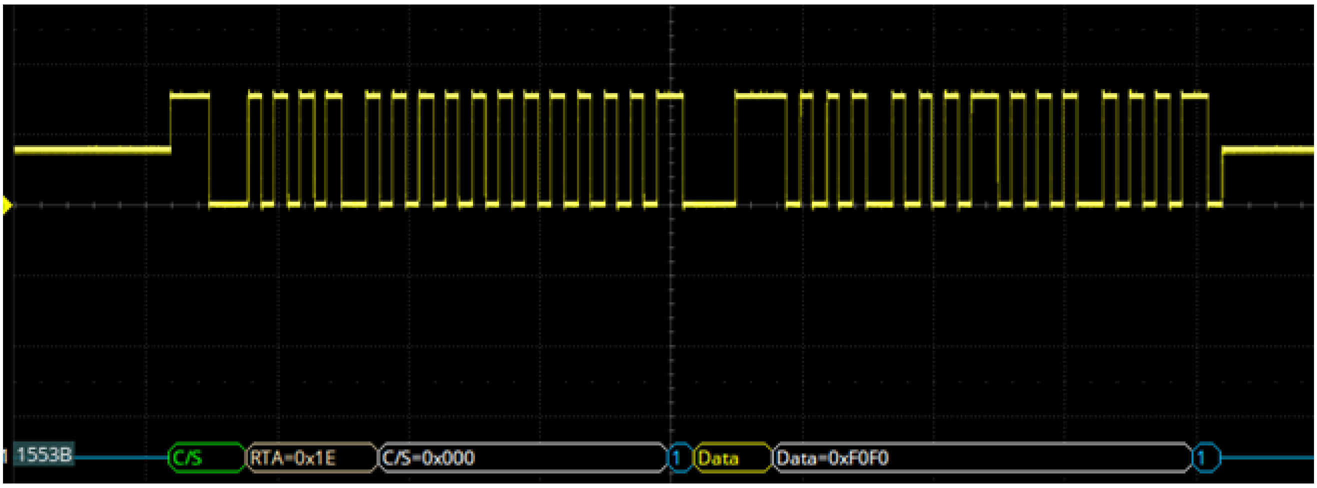
SIGLENT 示波器可提供 MIL-STD-1553B 协议的触发及解码功能，以 SDS7000A 系列示波器为例：

表 12. MIL-STD-1553B 触发和串行解码

MIL-STD-1553B 信号设置	示波器连接 MIL-STD-1553B 信号
	设置输入通道的阈值电平
	设置信号的源和阈值电平
MIL-STD-1553B 触发	按传输消息格式触发
	按字格式触发
	按错误触发
	按时间间隔触发
MIL-STD-1553B 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	RTA：C/S（命令/状态字）的远程终端地址

	Type：字类型
	Data：数据字节
	Error：错误

MIL-STD-1553B 解码结果：



MIL-STD-1553B 解码列表：

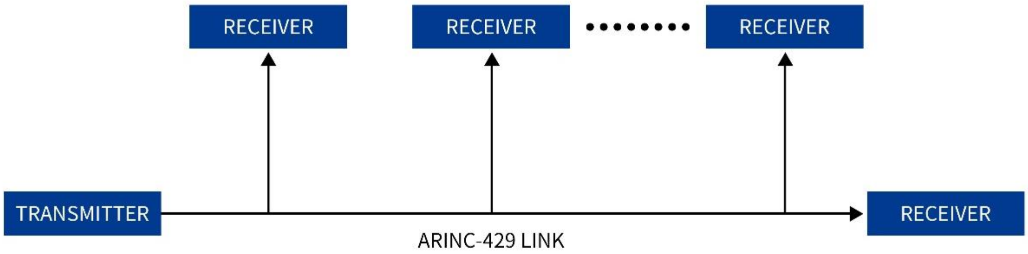
1553B	Time	RTA	Type	Data	Error
1	-2.99040us	0x1	Cmd/Status	0x631	
2	27.0088us	0x1	Cmd/Status	0x0	Parity
3	47.0402us		Data	0x8888	

3.4.3 ARIN C429

ARINC 429 协议全称为数字式信息传输系统（Digital Information Transport System，DITS），是一种数字通信协议。此协议规定了数字信息在设备与系统之间的传输要求。它采用了差分数据传输方式，能够在复杂的电磁环境中保持数据传输的稳定性，同时使用双绞线作为传输介质，通过差分信号的方式来有效抵消外界干扰，进一步增强了数据传输的可靠性。

在通信结构上，ARINC 429 协议采用了点对点的传输形式，即一个发送方最多可以挂接 100 个接收方。

这种结构使得信息可以在多个设备之间有效传递，满足了复杂系统对于数据传输的需求，适用于需要高速、准确数据传输的各种应用场景。



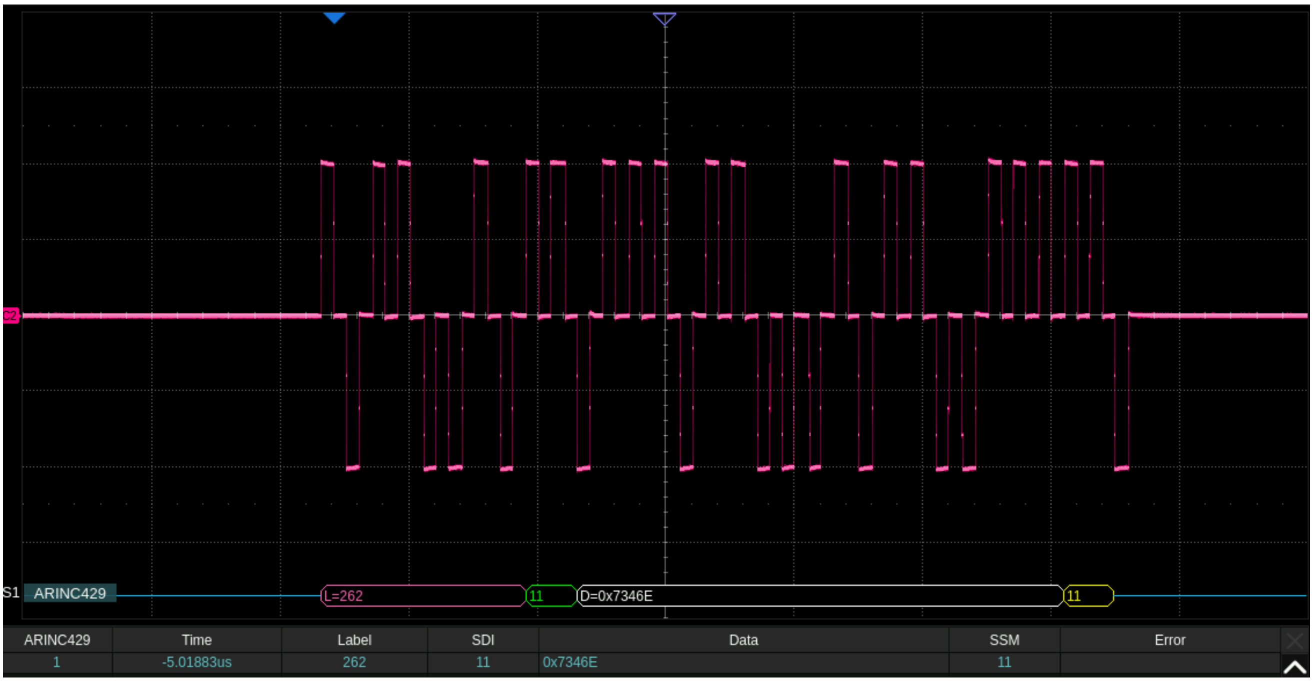
SIGLENT 示波器可提供 ARIN C429 的触发及解码功能，以 SDS7000A 系列示波器为例：

表 13. ARIN C429 触发和串行解码

ARIN C429 信号设置	示波器连接 A 线信号和 B 线信号
	设置每个输入通道的阈值电平
	设置触发或解码使用的信源（A 线，B 线或 A-B）
ARIN C429 触发	字开始：在字开始处触发
	字结束：在字结束处触发
	标签：在出现指定的标签值时触发
	标签+数据：在出现指定的标签及其他字字段时触发
	错误：在错误帧上触发
	任意位：在出现形成眼图的任何位时触发
	任意 0 位：在出现具有 0 值的任意位时触发
	任意 1 位 ：在出现具有 1 值的任意位时触发
ARIN C429 解码	Time：时间标签，当前数据相对于触发位置的水平位移值
	Label：标签，八进制格式，用于标示数据类型。指示该次传输的数据与飞行器上关联的子系统
	SDI：标示数据起源/目的地

	Data：数据字节
	SSM：用于描述某次传输的数据性质
	Error：错误

ARIN C429 解码结果：



4 小结

鼎阳科技示波器的协议触发功能可以确保在复杂的信号环境中准确地捕获和显示特定的协议信号，使得大大提高信号分析的效率和准确性；协议解码功能可以提取出总线各部分的信息，使得用户可以更方便地获取串行总线中某一部分所包含的具体内容，对于深入理解和分析总线系统的运行状况至关重要。鼎阳科技示波器是当代的电子工程师和科研人员的一种高效、准确的工具，可帮助更好地理解和分析复杂的信号环境。

关于鼎阳

鼎阳科技（SIGLENT）是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业，A股上市公司。

2002年，鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发，2005年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展，鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品，是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一，国家重点"小巨人"企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳，在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司，在成都成立了分公司，产品远销全球80多个国家和地区，SIGLENT已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

全国免费服务热线：400-878-0807

网址：www.siglent.com