

IO-Link 技术和 ST

Natale Testa

如今，所有的工业制造商，无论规模大小，都在将其生产设施、制造能力和工程服务，迁移到工业 4.0 或智能工业之上。

已有许多技术正在协助实现这种迁移，以获得更安全的工作环境、普遍和安全的连接，以及更高的能源效率：这些都是新工厂中最受关注的趋势，而这一切背后所作的努力，将是令人印象深刻的巨大，就像是一种改造活动，其目标是使旧设备变得更加智能（例如使用新的逆变器解决方案来改造旧电机，以最大限度地提高效率）。

在这方面，IO-Link 技术将可适用于所有基于传感器的工厂级应用，该技术的优势在于使典型的工业传感器（例如生产线中的接近传感器或压力传感器）、智能设备，能够进行热插拔连接、轻松更换、点对点通信，并支持基于预测性维护的系统。

ST 一直是 IO-Link 联盟（该联盟是由欧洲最大的传感器和执行器制造商以及 PLC 制造商所组成的组织）自成立以来的成员，随着来自世界各地的新公司加入，该联盟每个月都越来越壮大，所有加入该联盟的公司都看到了参与这一计划的好处。作为老成员之一，经过多年的完善，ST 提供了 IO-Link 通信中的两种收发器，主站和从站（在 IO-Link 术语中称为设备）收发器的部件号分别为 L6360 和 L6362A。

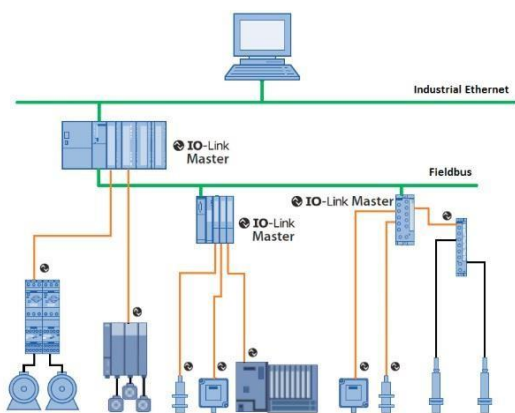


图1 - 典型工业网络

什么是 IO-Link?

IO-Link 是工业网络中最底层传感器和执行器连接的第一个标准化通信协议：它受国际标准 IEC 61131-9 监管，其是可编程控制器和相关外设的根标准。事实上，该技术本身背后的概念是传感器和执行器可以与主控制器（例如 PLC）交换通信数据（例如诊断、配置），同时确保与工业 IO 模块的向后兼容性。

在工业网络架构中，IO-Link 处于最低通信级别：当数据准备好在更高级别远程传输时，在 PLC（或工业网关）这边，它可以通过连接到 PLC（或工业网关）来传播信息到更高级别的工业现场总线。现在有必要对该协议进行概述：IO-Link 是一种点对点（半双工）数字通信协议，能够驱动工厂自动化环境中使用的所有二进制传感器和执行器（即标准 IO）。它天生便具有易于使用和即插即用的特性，以便易于更换损坏的传感器或支持向后兼容性。因此，它本质上是一种简单的串行协议，仅需要 3 根电线并使用非专用连接器和布线：IO-Link 使用带有传统 M5、M8 或 M12 外壳的标准工业连接器，可随时连接到最常见的工业传感器实施例。所有这些功能使 IO-Link 成为一种具备低冲击性的技术，就安装工作量和所需成本而言，甚至可以维持以前的旧布线基础设施来进行安装。

关于协议栈方面：在标准的最新定义中，IO-Link 主站和设备收发器，必须能够支持最多 3 种通信速度（COM1: 4.8 kbit/s，COM2: 38.4 kbit/s，COM3: 230.4 kbit/s），主站收发器能够以模拟或二进制模式（8、12 或 16 位模式）进行通信。在 COM3 通信模式下，发送的数据帧通常需要每个周期 2 个字节，速度为 400 us。

为什么能够即插即用呢？因为所有参数都存储在主站中以确保这种能力的执行：这样一来，在更换传感器（或者更好的智能传感器设备）时，即使是热插拔，也可以获得在配置时所需的所有信息。主站中存储的文件通常采用 .xml 格式，包含有关传感器的所有信息（例如部件号、制造商、功能等），它被称为 IODD（IO-Link 设备描述符），一个 IODD 可关联到一个传感器或执行器。

ST 的 IO-Link IC 和解决方案

ST 的 IC L6360 和 L6362A 为 IO-Link 通信提供主站和设备解决方案，具有广泛的应用范围、电压范围和电流处理能力，以及最小的功耗和高可靠性。

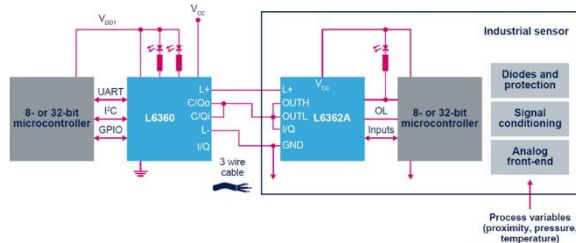


图2 - 主控 IC 和设备 IC 之间的典型连接

L6360 是一款符合 PHY2（3 线）标准的单片 IO-Link 主站端口，支持 COM1、COM2 和 COM3 模式。该收发器还支持标准 IO（SIO），C/Q0 输出引脚的可编程性（高侧、低侧或推挽式）赋予了极大的灵活性。L6360 通过标准 I²C 接口与微控制器（运行协议栈的地方）通信，然后通过 PHY2（C/Q0 引脚）传输，接收数据则是从主机微控制器通过 USART IN（C/Q0 引脚）或 USART OUT（C/QI 引脚）来进行。

下面展示了框图和主要功能列表。

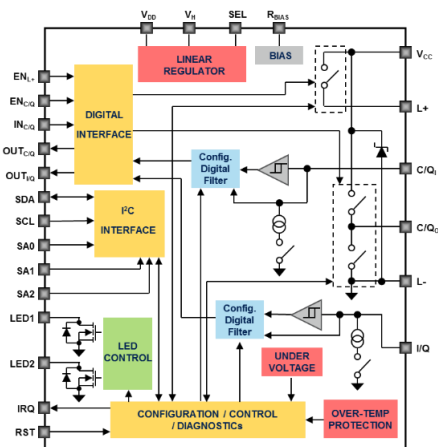


图3 - L6360的主站 IC 框图

L6360 key features

- Supply voltage from 18 V to 32.5 V
- Programmable output stages: high-side, low-side or push-pull (< 2 Ω)
- Up to 500 mA L+ protected high-side driver
- COM1, COM2 and COM3 mode supported
- Additional IEC61131-2 type 1 input
- Short-circuit and overcurrent output protection through current limitation and programmable cut-off current
- 3.3 V / 5 V, 50 mA linear regulator
- 5 mA IO-Link digital input
- Fast mode I²C for IC control, configuration and diagnostics
- Diagnostics dual LED sequence generator and driver
- 5 V and 3.3 V compatible I/Os
- Overvoltage protection (> 36 V)
- Over-temperature protection
- ESD protection
- Miniaturized VFQFPN 26L (3.5 x 5 x 1 mm) package

L6362A 是一款符合 PHY2（3 线连接）标准的 IO-Link 设备收发器 IC，支持 COM1、COM2 和 COM3 模式，该 IC 还支持标准 IO（SIO）模式。该 IC 可以驱动任何类型的负载（电阻式、电容式或电感式），并具有可选配置（高侧、低侧、推挽式）。所有在 24 V 下运行的工业传感器都可以连接到 L6362A。

V_{CC}、GND、OUTH、OUTL 和 I/Q 引脚之间的反极性，是该 IC 的一个关键特性，是管理工业传感器时的一个基本特性。

下面列出了其他重要功能以及器件框图。

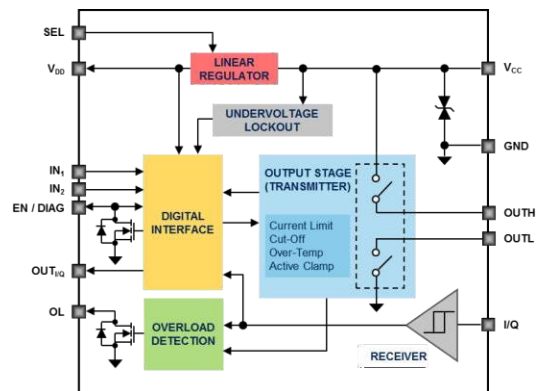


图4 - L6362A 器件的 IC 框图

L6362A key features

- Extremely efficient power stage
 - $R_{DS(on)} = 0.8\Omega / 1\Omega$ (low- / high-side)
 - Output current up to 300 mA
 - Modes: high-side, low-side, push-pull
 - Able to drive L / C / R up to 500mJ / 30 μ F
- 5 V or 3.3 V, 10 mA selectable linear regulator
- COM1, COM2 and COM3 modes supported
- Wake-up detection supported
- Full set of protections including reverse polarity, over / under -voltage, overload, over-temperature...
- High EMC robustness (Burst, Surge, ESD...)
- 40 to +125 °C operating ambient temperature
- Tiny package DFN 2 x 2 mm

演示板是在开发阶段为设计人员提供支持的基础，ST 提供了大量可用的工具，以下将从 IC 评估板开始。

第一个评估板是 STEVAL-IFP016V2，围绕着主站 IC L6360 设计：可以通过外部连接器连接主机微控制器。

STEVAL-IFP016V2 管理来自微控制器的信号，提供 24 V 输出，能够用来理解 L6360 的所有功能。

PCB 上的 GND 区域旨在最大限度地减少噪声，并确保良好的热性能。



图5 – STEVAL-IFP016V2 具有 L6360 的所有特性

另一方面，STEVAL-IFP017V3 是围绕设备 IC L6362A 设计的：建议用来测试所有设备功能，例如快速退磁和反极性，以及丰富的保护功能集。

对于 STEVAL-IFP017V3，无需使用外部元器件即可满足 IEC 61000-4-4（突发）、IEC 61000-4-2（静电放电）和 EN60947-5-2 / IEC 61000-4-5（浪涌）的要求。



图6 – STEVAL-IFP017V3 具有 L6362A 的所有特性

上述开发板充分利用了 IC 的功能，通常设计人员甚至在应用层级也需要支持。为此，ST 分别基于 L6360 和 L6362A 开发了 4 埠 IO-Link 主站板 STEVAL-IDP004V1 和传感器设备评估套件 STEVAL-IDP003V1。

STEVAL-IDP004V1 安装了 4 个不同的 L6360 IC，提供多种通信选项：IO-Link、SIO 模式、RS-485、USB 和 CAN，并以 STM32F205 Cortex M3 微控制器作为中央单元，通用的 RS232 PC 接口可用于测试板的通信功能。

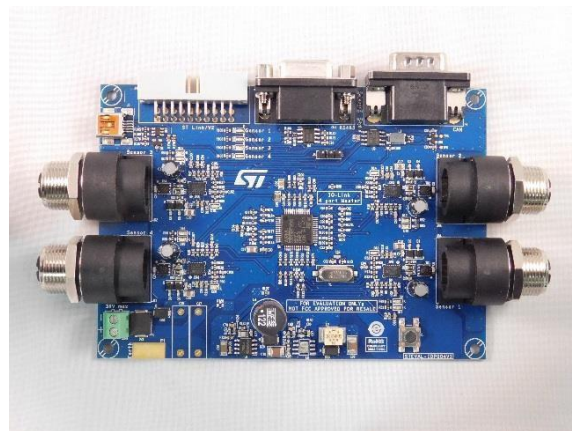


图7 – 具有 4 个连接端口的 STEVAL-IDP004V1

如图所示，STEVAL-IDP004V1 安装了 4 个 M12 连接器，可同时容纳 4 个不同的传感器。传感器在我们的应用概念中是由托管在 STEVAL-IDP003V1 板中的 L6362A IC 来代表。

STEVAL-IDP003V1 是参考设计板，可容纳非常微小的常见工业传感器实施例（仅 8 x 70 mm），能够容纳最多 4 个不同的传感器选项，通过子板（接近式、振动、加速度计和温度传感器）安装，并配有专用的低功耗微控制器来托管 STM32L071 的设备端协议栈。

STEVAL-IDP003V1 旨在确保电磁兼容性（EMC）和静电放电（ESD）压力测试的稳健性。

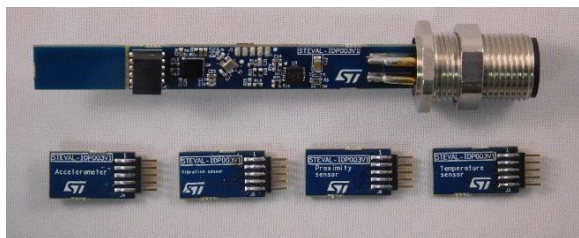


图8 – STEVAL-IDP003V1 及其 4 个传感器子板

最后一点，在支持工具系列中，接下来是 IO-Link 扩展板，它是著名的 STM32 ODE 程序（也称为 X-Nucleo 板）的一部分，可促进任何 IO-Link 的原型设计应用。借助这些新板，IO-Link 堆栈将可在主机 STM32 微控制器上使用，以构建功能齐全的 IO-Link 点对点通信。