

Application Note

DP8382x IEEE 802.3u 合规性和调试



Yue Cai, Ross Pimentel, Gerome Cacho

摘要

DP83822、DP83825 和 DP83826 (本文中统称为 DP8382x) 器件是符合 IEEE 802.3 的 10/100Mbps 工业以太网物理层 (PHY) 系列。本应用手册讨论了 100BASE-TX 和 10BASE-Te 合规性测试, 以及操作于这些测试的 DUT 的过程。

内容

1 术语.....	2
2 标准和系统要求.....	2
3 以太网物理层合规性测试.....	3
4 如何调整 DP83825 VoD 摆幅.....	10
5 适用于 DP8382x 的 IEEE802.3u 合规性测试脚本.....	13
6 参考文献.....	14
7 修订历史记录.....	14

插图清单

图 3-1. DP83822 连接到测试装置.....	3
图 3-2. 100BASE-TX 模板示例波形.....	4
图 3-3. 100BASE-TX 差分输出电压示例波形.....	4
图 3-4. 100BASE-TX 上升时间示例波形.....	5
图 3-5. 100BASE-TX 下降时间示例波形.....	5
图 3-6. 100BASE-TX 波形过冲示例.....	6
图 3-7. 100BASE-TX 抖动示例波形.....	6
图 3-8. 100BASE-TX 占空比失真示例波形.....	7
图 3-9. 10BASE-Te 链路脉冲示例波形.....	8
图 3-10. 10BASE-Te 标准输出示例波形.....	8
图 4-1. 未调整的 DP83825 100Mbps VoD.....	11
图 4-2. 调整后的 DP83825 100Mbps VoD.....	12

表格清单

表 1-1. 术语.....	2
表 4-1. VoD 调整寄存器配置.....	10

商标

Tektronix® is a registered trademark of Tektronix, Inc.

Spirent® is a registered trademark of Spirent Communications plc.

Agilent® is a registered trademark of Agilent Technologies, Inc.

Keysight® is a registered trademark of Keysight Technologies, Inc.

Rohde & Schwarz® is a registered trademark of Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.

LeCroy® is a registered trademark of Teledyne LeCroy, Inc..

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 术语

表 1-1 提供了本应用手册中使用的术语列表。

表 1-1. 术语

首字母缩写词	定义
DUT	待测试的器件
LP	链路伙伴
PHY	物理层收发器
SMI	串行管理接口
IPG	数据包间间隙
FLP	快速链路脉冲
NLP	正常链路脉冲
TX	发送 - 数字引脚
RX	接收 - 数字引脚
TD	发送 - 模拟引脚
RD	接收 - 模拟引脚
AVD	模拟电源
CT	磁性中心抽头
VDDIO	数字电源
BIST	内置自检
TPM	双绞线型号
AOI	有源输出接口
AFE	模拟前端
MDI	媒体相关接口
MDIX	媒体相关接口的交叉版本
VoD	差分输出电压

2 标准和系统要求

2.1 标准

以下标准可作为本文档中描述之测试的参考。

- IEEE802.3-2005 第 14.3.1 款
- IEEE802.3-2005 第 25.4 款
- ANSI X3.263-1995

2.2 测试设备供应商

已知以下测试设备供应商提供 IEEE 802.3 合规性测试设备。

- Tektronix®
- Spirent®
- Agilent® (Keysight®)
- Rohde & Schwarz®
- Teledyne LeCroy®

2.3 测试设备要求

以下硬件和软件用于本应用手册中讨论的测试。

- 带有以太网物理层合规性软件和测试装置的示波器
- 在 MSP430F5529 上使用 TI 的 USB-2-MDIO GUI 对 PHY 进行寄存器访问
- 用于硬件连接的电缆和探头

3 以太网物理层合规性测试

3.1 标准测试设置和过程

对于以太网物理层合规性测试，通过串行管理接口 (SMI，也称为 MDIO 接口) 管理 PHY，以配置所需的测试模式脚本。测试结果由示波器的以太网合规性软件 (例如 Tektronix 的 TDSET3 测试软件) 确定并记录。为确保软件正常运行，请参阅仪器用户手册。

每种以太网物理层合规性测试之间的差异主要是 PHY 的测试模式 (请参阅节 5) 和测试装置的连接 (图 3-1) 。

软件通常可以测试多个速度选项，但测试所需的最终应用或用例至关重要。对于 10Mbps 至 100Mbps 测试，需要测试一个或两个通道 (取决于 MDI 或 MDIX) 。

在进行测试时，考虑样本大小和运行间的差异非常重要。

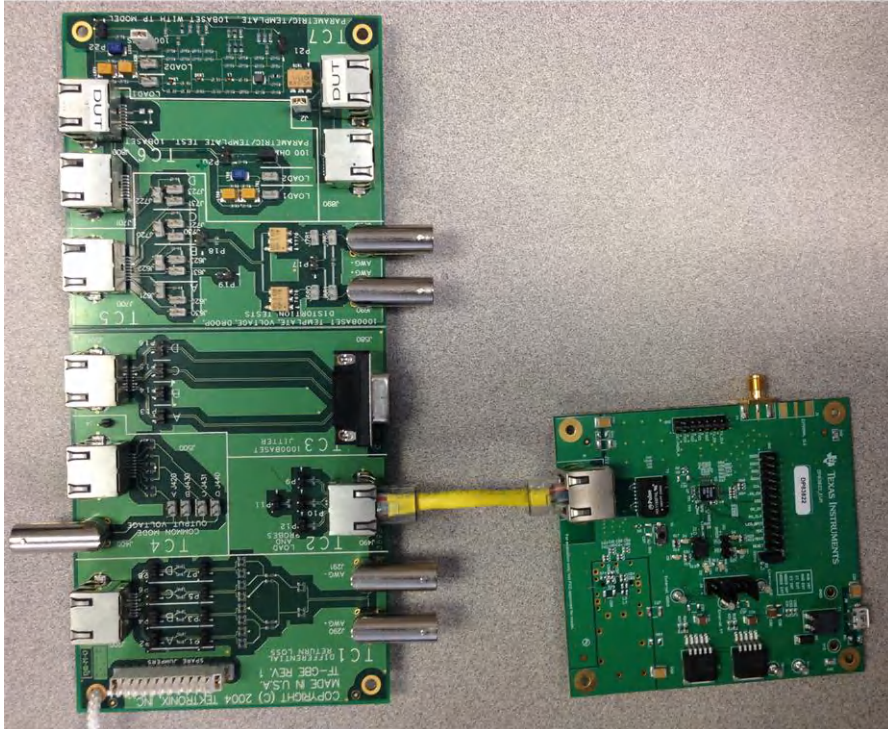


图 3-1. DP83822 连接到测试装置

3.2 100BASE-TX 合规性测试

有关 100BASE-TX 寄存器写入，请参阅节 5。以下测试使用强制 MDI 执行，但也可以在 MDIX 模式下执行。

3.2.1 模板 (有源输出接口)

目的：确保输出适合发送模板。

通过条件：MLT-3 眼图符合指定的 ANSI AOI 模板。

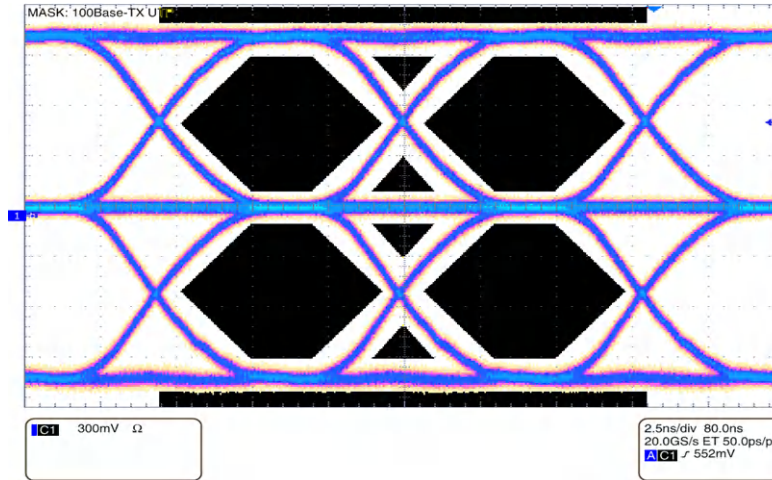


图 3-2. 100BASE-TX 模板示例波形

3.2.2 差分输出电压

目的：确保差分输出电压在指定范围内。

通过条件：该差分输出电压必须处于 950mV 至 1050mV 的正范围和 -950mV 至 -1050mV 的负范围内。正负峰值幅度也必须彼此相差 2%。

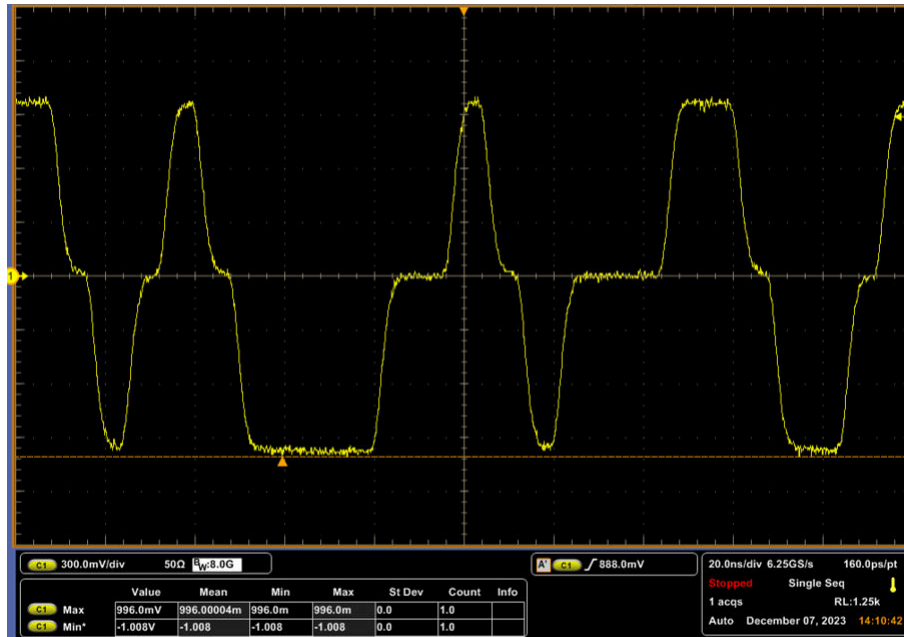


图 3-3. 100BASE-TX 差分输出电压示例波形

3.2.3 上升和下降时间

目的：确保器件的上升和下降时间在指定范围内。

通过条件：上升和下降时间（正负电压电平都在 10% 到 90% 之间）必须在 3ns 到 5ns 之间。最大和最小上升和下降时间必须在 0.5ns 以内。

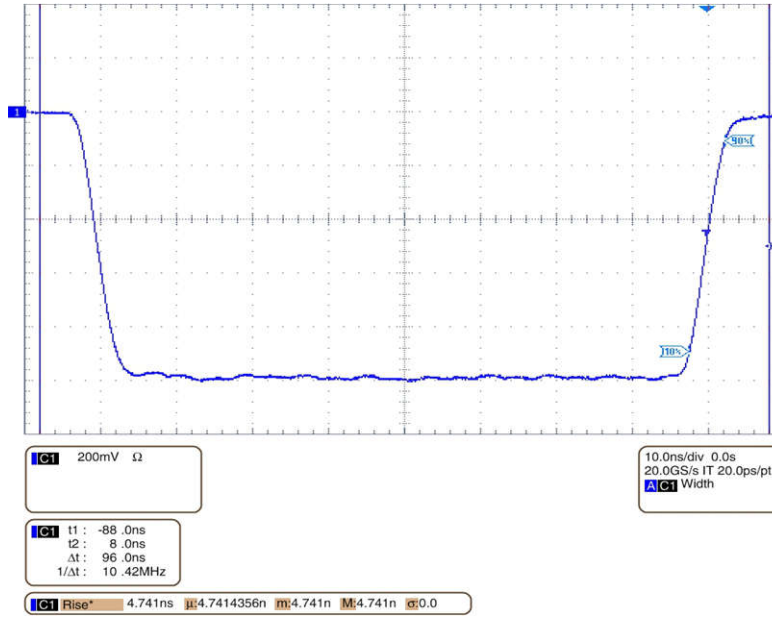


图 3-4. 100BASE-TX 上升时间示例波形

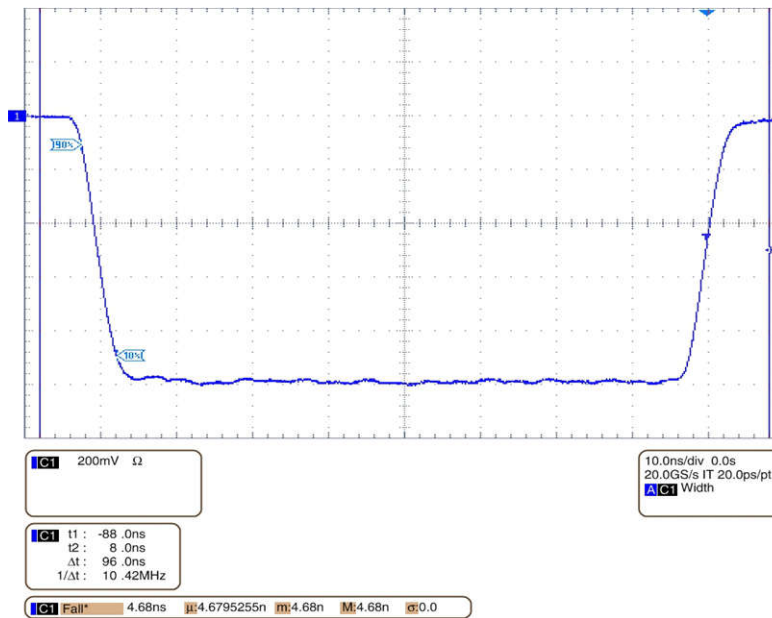


图 3-5. 100BASE-TX 下降时间示例波形

3.2.4 波形过冲

目的：确保波形过冲低于指定范围。

通过条件：过冲（过渡时的最大正电压电平和负电压电平）不得超过稳态电压电平的 5%。

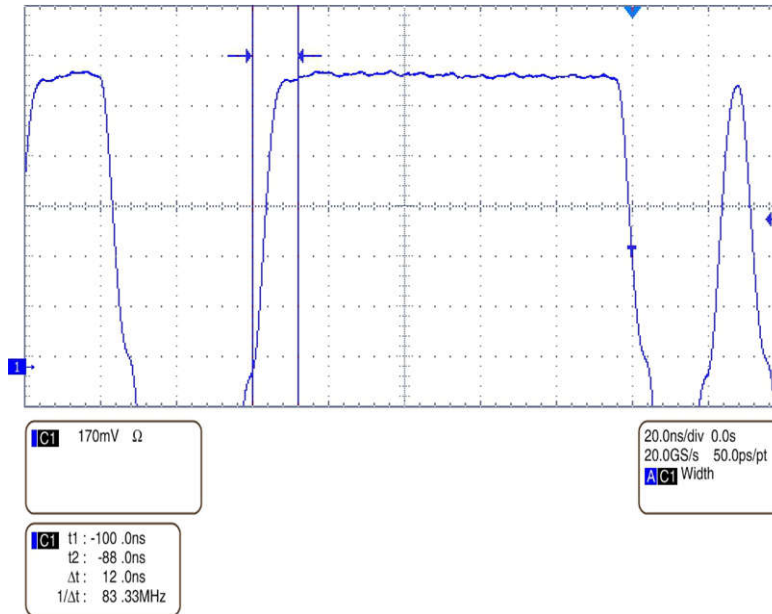


图 3-6. 100BASE-TX 波形过冲示例

3.2.5 抖动

目的：确保发送输出抖动在指定范围内。

通过条件：发送输出抖动必须小于 1.4ns。

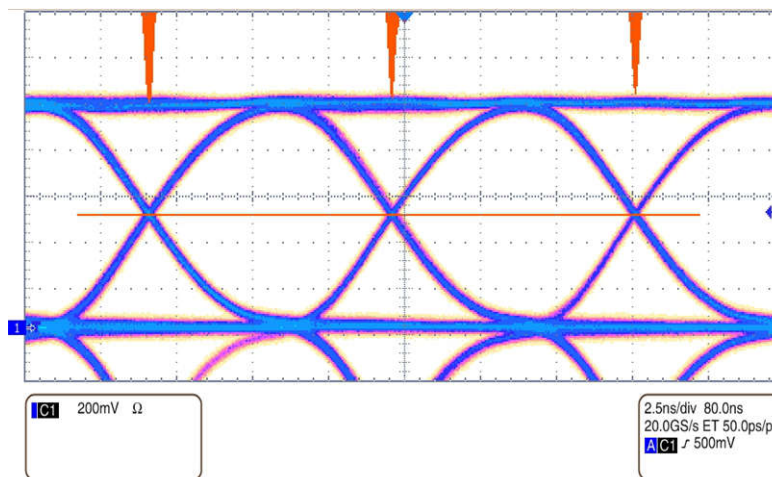


图 3-7. 100BASE-TX 抖动示例波形

3.2.6 占空比失真

目的：确保占空比失真低于指定范围。

通过条件：占空比失真（定义为高于和低于 V_{out} 的 50%）不得超过 $\pm 0.25\text{ns}$ 。

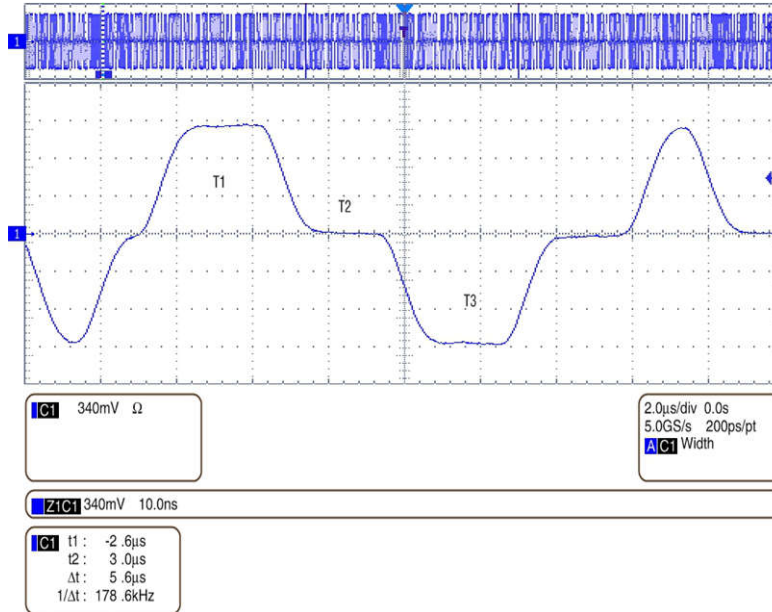


图 3-8. 100BASE-TX 占空比失真示例波形

3.2.7 回波损耗

目的：确保回波损耗高于指定的衰减。

通过条件：在以下条件下，任何进入 PHY 的入射信号的反射都必须衰减：

- 在 2MHz 至 30MHz 的频率范围内 $\geq 16\text{dB}$ 。
- $\geq 10 - 20 \times \log_{10}(f/30)$ dB 在 30MHz 到 60MHz 的频率范围内 (f 以 MHz 为单位，其中 f 是频率。)
- 在 60MHz 至 80MHz 的频率范围内 $\geq 10\text{dB}$ 。

具体测试设置：验证测试装置连接是否正确。

备注

根据测试中使用的以太网合规性软件，可能需要用到频谱分析仪。

3.3 10BASE-Te 合规性测试

有关相应的 10BASE-Te 测试模式脚本，请参阅节 5。

3.3.1 链路脉冲

目的：确保链路脉冲波形在指定范围内。

通过条件：链路脉冲必须适合 IEEE802.3-2005 第 14.3.1 款中 IEEE 定义的模板。

具体测试设置：验证测试装置连接。根据节 5 中的 10BASE-Te 链路脉冲设置寄存器。

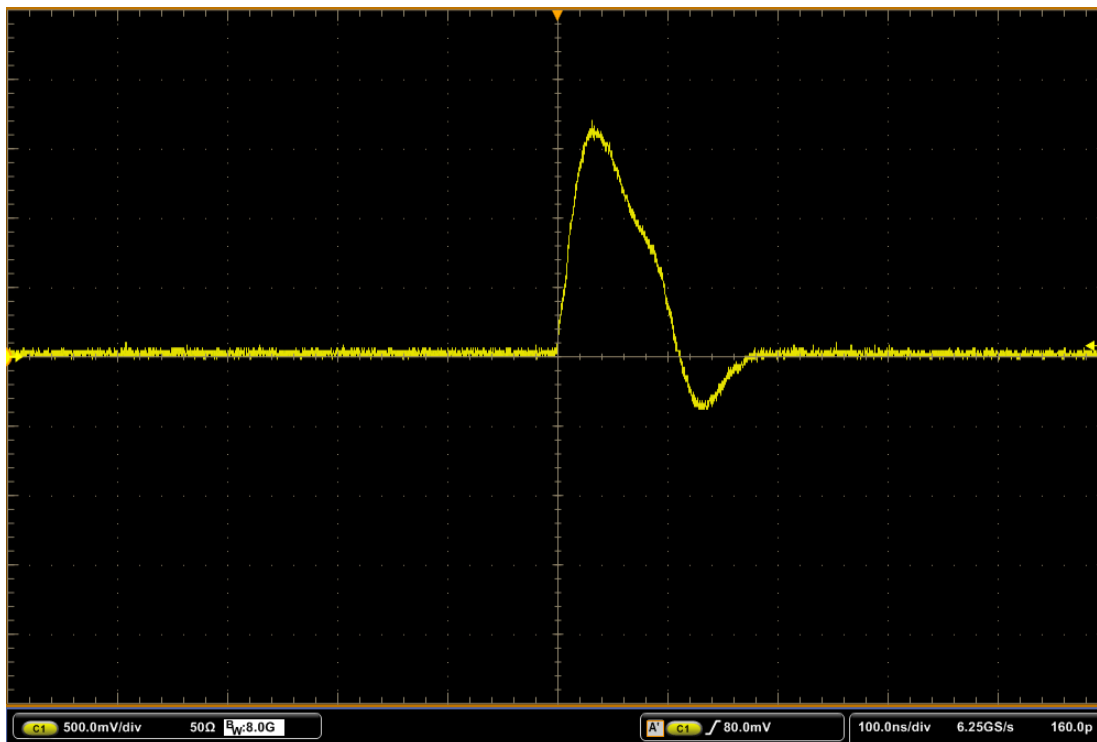


图 3-9. 10BASE-Te 链路脉冲示例波形

3.3.2 10BASE-Te 标准

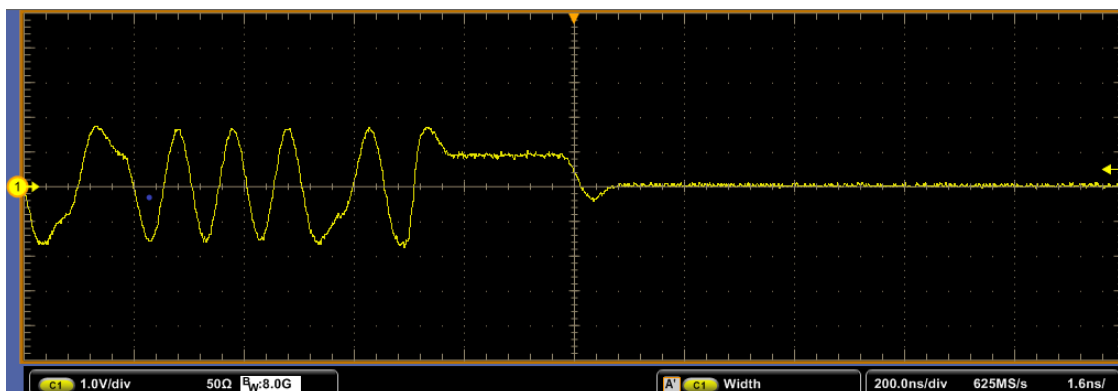


图 3-10. 10BASE-Te 标准输出示例波形

3.3.2.1 TP_IDL

目的：确保变速器转换到空闲状态后正常工作。

通过条件：在使用和不使用 TPM 的情况下，变速器 TP_IDL 脉冲必须适合负载 1 和负载 2 的模板。负载 3 (100 Ω) 测试是一项参考性测试，并且是可选的。

3.3.2.2 内部 MAU

目的：验证发送器输出均衡是否在 IEEE802.3-2005 第 14.3.1 款中规定的范围内。

通过条件：当使用 100 Ω 电阻器进行端接时，变速器波形必须适合所有数据序列的由 IEEE 定义的模板。

3.3.2.3 使用 TPM 时的抖动

目的：目的：确保抖动在指定范围内。

通过条件：变速器输出抖动必须小于 $\pm 5.5\text{ns}$ 。请注意，TPM 失败不一定表示不合规。

3.3.2.4 不使用 TPM 时的抖动

目的：确保抖动在指定范围内。

通过条件：变速器输出抖动必须小于 $\pm 8.0\text{ns}$ 。

3.3.2.5 差分电压

目的：确保差分电压在指定范围内。

通过条件：当使用 100 Ω 电阻器进行端接时，峰值差分电压必须介于 1.54V 和 1.96V 之间。

3.3.2.6 共模电压

目的：确保共模电压在指定范围内。

通过条件：共模电压的幅度必须小于 50mV 峰值。

3.3.2.7 回波损耗

目的：确保回波损耗高于指定的衰减。

通过条件：任何进入 PHY 的入射信号的反射都必须在 5MHz 至 10MHz 的频率范围内衰减 $\geq 15\text{dB}$

具体测试设置：根据测试设置，可能需要两个波形输入。验证测试装置连接。

3.3.2.8 谐波含量

目的：确保 PHY 的谐波含量在指定范围内。

通过条件：数据输出电路必须驱动 MDI 线路上的所有 1。对测试波形的频率成分进行分析，所有后续谐波必须比基波低 27dB。

4 如何调整 DP83825 VoD 摆幅

DP83825 具有额外的控制功能，可调节 VoD 摆幅。这种控制可用于验证器件是否处于 IEEE 802.3 所设置的合规性级别范围内。该标准定义了 $\pm 5\%$ 的 VoD 变化。此参数受磁性元件、连接器、测试装置、布局和上述所有容差的影响很大。

备注

作为最佳实践，必须遵循 [以太网 PHY PCB 设计布局检查清单](#) 应用手册中的布局指南，并且在调优寄存器之前，还必须满足 [DP83825I 低功耗 10/100Mbps 以太网物理层收发器](#) 数据表中的变压器规格要求。

要将 PHY 调优为适当的信号电平，建议测量信号电平以了解需要调整的信号量（如果适用）。测量后，可使用下表确定所需的寄存器配置。请注意，需要为每个单独的单元重新执行此过程。此外，以下寄存器被归类为扩展寄存器，必须按照 [DP83825I 低功耗 10/100Mbps 以太网物理层收发器](#) 数据表中所述进行写入。

表 4-1. VoD 调整寄存器配置

VoD 变化	0x30B	0x30C	0x30E
-12.5%	0xC80	0xE	Offset_0
-11.25%			Offset_1
-10%			Offset_2
-8.75%	0xC40	0xF	Offset_-2
-8%			Offset_-1
-6.25%			Offset_0
-5%			Offset_1
-3.75%			Offset_2
-2.5%	0xC00	0x10	Offset_-2
-1.25%			Offset_-1
0% (默认值)			Offset_0
+1.25%	0xBC0	0x11	Offset_1
+2.5%			Offset_2
+3.75%			Offset_-2
+5%			Offset_-1
+6.25%			Offset_0
+7.5%	0xB80	0x12	Offset_1
+8.75%			Offset_2
+10%			Offset_-2
+11.25%			Offset_-1
+12.5%			Offset_0

要计算 Offset_X：

1. 读取寄存器 0x333。请注意，该值因单位而异
2. $A = 0x333[15:11]$ 转换为十进制
3. $B = 0x333[10:6]$ 转换为十进制
4. $C = 8 - A + B$ 。该变量将值限制在 0 和 15 之间。如果计算出的 C 超出范围，则变量 C 必须四舍五入为最接近的范围。如果 C 计算结果为 -2，则将 C 设置为等于 0
5. $D(x) = C + x$ ，其中 x 是使用表 4-1 中的寄存器 0x30E 列确定的
6. $Offset_x = [2D(x) + 1] \times 2048$ ；转换为十六进制

首先可以将 RBIAS 更改为 6.34k Ω 并将 VoD 设置为 -8%，以进一步提高裕度。

4.1 调整 DP83825 VoD 摆幅的示例

本节提供了有关如何调整 DP83825 中的 VoD 摆幅的示例。图 4-1 显示了 VoD 摆幅调整前的 DP83825。在本示例中，具有标称 RBIAS 的器件分别在 1.068V 和 -1.116V 的 100Mbps 速率下测量正 VoD 和负 VoD。由于该速度的限值具有 [0.95V, 1.05V] 和 [-1.05V, -0.95V]，因此需要 -8% 的调整。这一调整使 VoD 达到理论值 0.98V 和 -1.0272V。

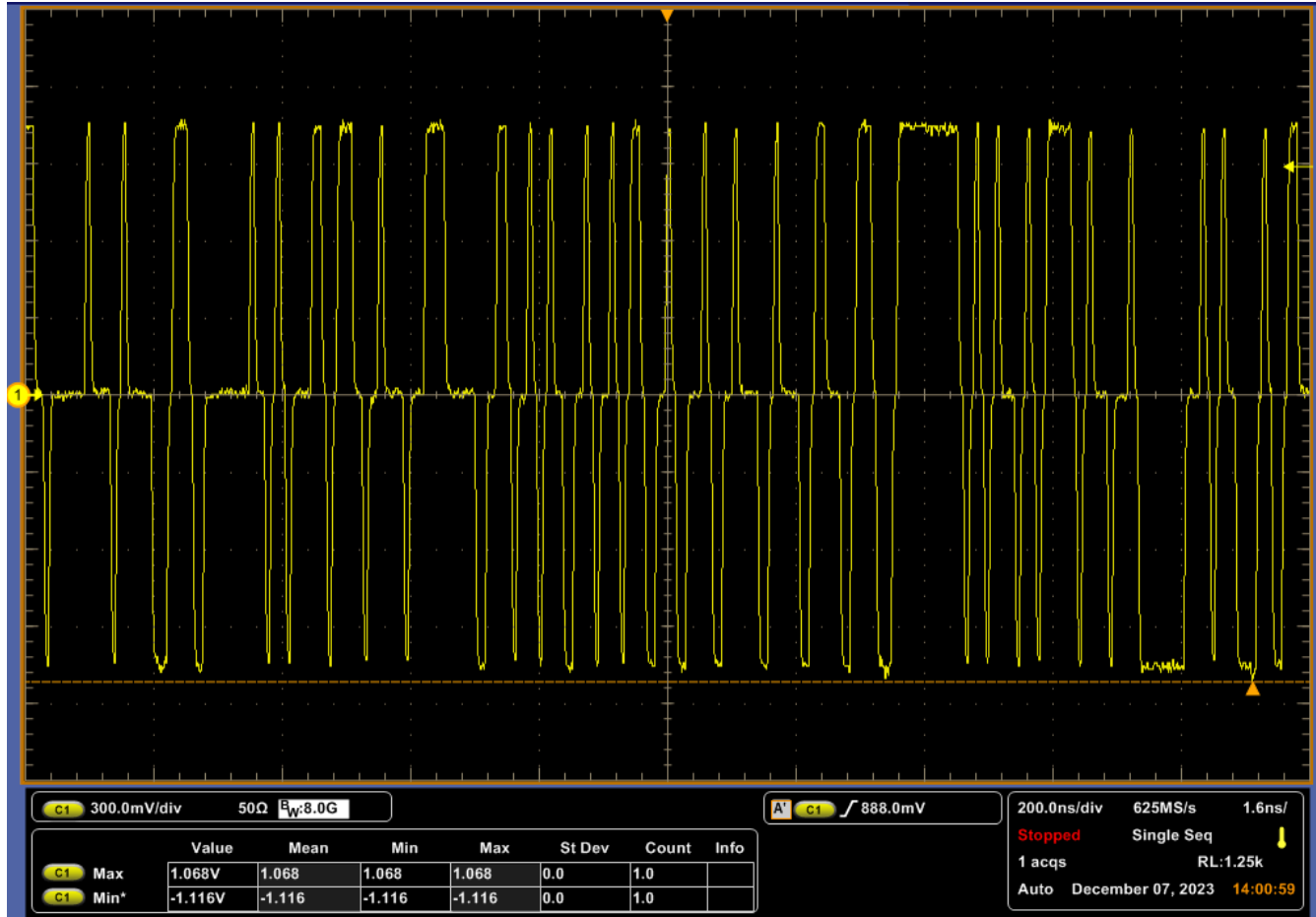


图 4-1. 未调整的 DP83825 100Mbps VoD

要调整器件以实现 -8% 的摆幅，请按照以下过程进行操作。

1. 设置寄存器 0x30B = 0xC40
2. 设置寄存器 0x30C = 0xF
3. 设置寄存器 0x30E = Offset_-1。
 - a. 读取寄存器 0x333 = 0x520B。这意味着：
 - i. A = 10
 - ii. B = 8
 - b. C = 6
 - c. D = 5
 - d. Offset_-1 = 2048 × (2 × 5 + 1) = 22528 = 0x5800

对每个寄存器进行编程后，示波器上测得的 VoD 为 0.996V 和 -1.008V。图 4-2 显示了调整 -8% 后的输出。

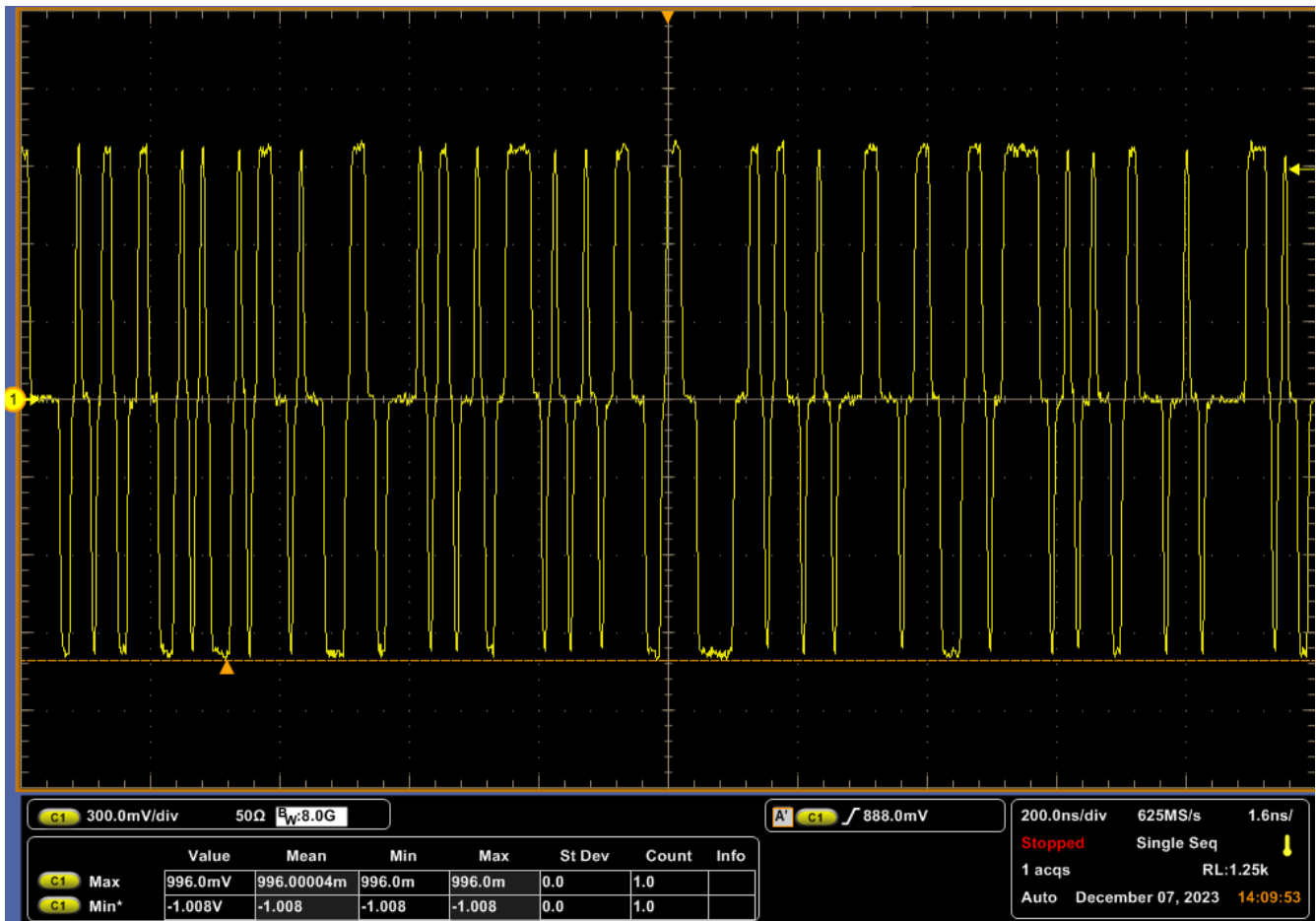


图 4-2. 调整后的 DP83825 100Mbps VoD

5 适用于 DP8382x 的 IEEE802.3u 合规性测试脚本

以下代码块中显示了 100BASE-Tx 标准脚本。

100BASE-Tx 标准：

寄存器 0x1F = 0x8000	//复位 PHY
寄存器 0x0 = 0x2100	//对 DUT 进行编程以强制速度为 100BASE-TX 模式
寄存器 0x19 = 0x21	//将 DUT 编程为强制 MDI 模式。对于 MDIX 模式，设置为 4021
寄存器 0x1F = 0x4000	//重新启动 PHY

10BASE-Te 链路脉冲：

寄存器 0x1F = 0x8000	//复位 PHY
寄存器 0x0 = 0x100	//对 DUT 进行编程以强制速度为 10BASE-Te 模式
寄存器 0x19 = 0x21	//将 DUT 编程为强制 MDI 模式。对于 MDIX 模式，设置为 4021
寄存器 0x1F = 0x4000	//重新启动 PHY

10BASE-Te 标准 (DP83822)：

寄存器 0x1F = 0x8000	//复位 PHY
寄存器 0x0 = 0x100	//对 DUT 进行编程以强制速度为 10BASE-Te 模式
寄存器 0x19 = 0x21	//将 DUT 编程为强制 MDI 模式。对于 MDIX 模式，设置为 4021
寄存器 0x16 = 0x7108	//对 DUT 进行编程以生成数据，并启用模拟环回模式以实现端接目的
寄存器 0x1F = 0x4000	//重新启动 PHY

10BASE-Te 标准 (DP83825/6)：

寄存器 0x1F = 0x8000	//复位 PHY
寄存器 0x0 = 0x100	//对 DUT 进行编程以强制速度为 10BASE-Te 模式
寄存器 0x19 = 0x21	//将 DUT 编程为强制 MDI 模式。对于 MDIX 模式，设置为 4021
寄存器 0x16 = 0x7101	//对 DUT 进行编程以生成数据，并启用 PCS 环回模式
寄存器 0x1F = 0x4000	//重新启动 PHY

6 参考文献

有关 DP8382x 的更多信息，请参阅以下德州仪器 (TI) 文献。

- 德州仪器 (TI)，[DP83822 低功耗耐用型 10/100Mbps 以太网物理层收发器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI)，[DP83825I 低功耗 10/100Mbps 以太网物理层收发器](#) 数据表。
- 德州仪器 (TI)，[DP83826 确定性、低延时、低功耗、10/100Mbps 工业以太网 PHY](#) 数据表
- 德州仪器 (TI)，[DP83822 故障排除指南](#) 应用手册。
- 德州仪器 (TI)，[DP83826 故障排除指南](#) 应用手册。

更多有关本应用手册中讨论的标准的消息，另请参阅以下文档。

- IEEE 计算机协会，[IEEE 802.3-2018 - IEEE 互联网标准](#) 标准。
- ANSI X3.263-1995。

另请参阅以下文档，了解与本文档中执行的测试相关的信息。

- Tektronix®，[TDSET3 以太网测试合规性软件](#) 用户手册。

7 修订历史记录

Changes from Revision * (August 2016) to Revision A (December 2023)	Page
更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
进行了全面更新，添加了对整个 DP8382x 系列的支持.....	1
更新了以太网物理层合规性测试部分以明确预期测试波形和测试背后的理论.....	3
添加了如何调整 DP83825 VoD 摆幅部分，以通过示例介绍调整 DP83825 VoD 摆幅.....	10
更新了适用于 DP8382x 的 IEEE802.3u 合规性测试脚本部分中的寄存器配置.....	13
添加了对 DP8382x 数据表的引用.....	14

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司