

高速电流反馈型放大器驱动并均衡最长 100 米的 VGA 电缆

作者: Charly El-Khoury

在课堂、演讲厅和会议室, PC通过VGA电缆连接到投影仪, 以传输红绿蓝(RGB)视频信号。平均电缆长度取决于房间大小和天花板高度, 但多数电缆不超过 100 米。本文介绍集成电荷泵的三通道高速电流反馈型运算放大器ADA4858-3¹(见附录) 如何能驱动并均衡最长达 100 米的VGA电缆。这种解决方案用在PC与电缆之间, 便于使用, 成本低廉, 易于实施, 只需几个无源组件, 并从USB端口获得 3.3V至 5V单电源。

驱动和均衡 45 米 VGA 电缆

图 1 显示一个基于 ADA4858-3 放大器的 VGA 电缆均衡器的一个通道。完整的 RGB 均衡器需要三个通道。150Ω 负载电阻代表 75Ω 端接电缆及其阻抗匹配驱动电阻。

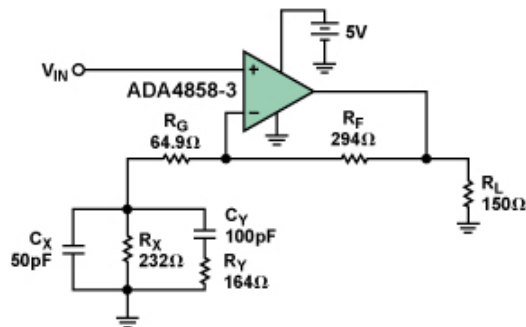


图 1. 45 米 VGA 电缆均衡器原理图 (单通道)

图 2 显示 45 米 VGA 电缆、均衡器和均衡器/电缆组合的大信号频率响应性能。除了阻抗匹配电缆驱动固有的 6dB 衰减之外, VGA 电缆还有 0.6dB 损耗 (频率低于 1 MHz 时) 或 8dB 损耗 (频率为 100 MHz 时)。为恢复信号强度, 均衡器必须提供 6.6dB 增益 (低频时) 或 14dB 增益 (100 MHz 时), 以便将原始信号提升 6 dB, 从而满足 RGB 视频应用的需要。从不均衡时的 1.6 MHz 带宽达到均衡时的 160 MHz 带宽, 电缆/均衡器组合显示 1dB 平坦度改善 100 倍。

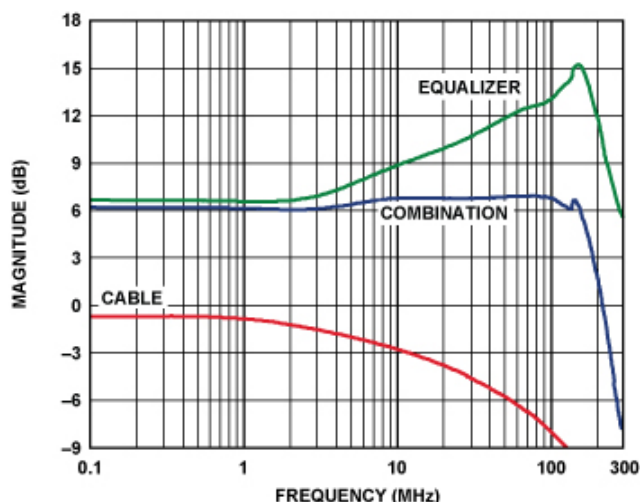


图 2. 大信号频率响应 (45 米 VGA 电缆)

均衡还能改善瞬态响应性能, 如图 3 所示。高频和低频得到恢复, 提供更清晰的图像, 消除了电缆所引起的拖尾效应。

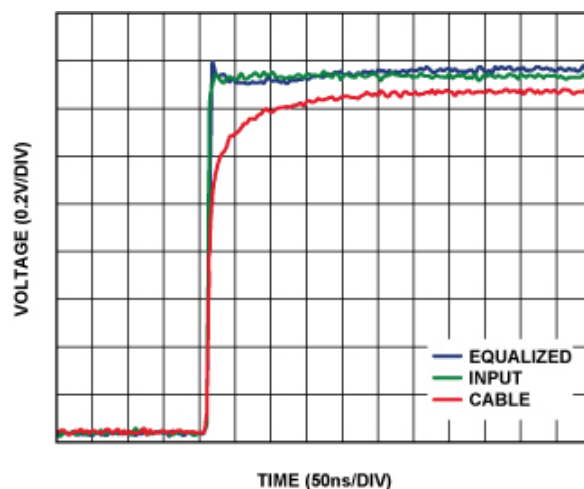


图 3. 均衡前后的瞬态响应 (45 米 VGA 电缆)

该电路的传递函数如公式 1 所示。幅度通过公式 2 计算。

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 1 + \frac{R_F}{R_G + R_X \parallel Z_{C_X} \parallel (Z_{C_Y} + R_Y)} \quad (1)$$

$$\left| \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right| = \frac{C_X C_Y (R_F + R_G) R_X R_Y \omega^2 + [C_X (R_F + R_G) R_X + C_Y (R_F (R_X + R_Y) + R_G (R_X + R_Y) + R_X R_Y)] \omega + R_F + R_G + R_X}{C_X C_Y R_X R_Y R_G \omega^2 + [C_X R_X R_G + C_Y (R_G (R_X + R_Y) + R_X R_Y)] \omega + R_X + R_G} \quad (2)$$

驱动和均衡 105 米 VGA 电缆

图 4 显示驱动 105 米电缆的原理图。选择此长度的原因是它接近 ADA4858-3 的最大均衡能力。该原理图与图 1 相似，不同之处是增加了 $R_Z C_Z$ 反馈网络，它产生一个极点，以便降低高频时的 R_F 值。

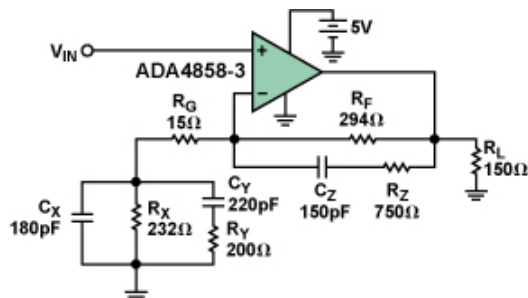


图 4. 105 米 VGA 电缆均衡器原理图（单通道）

图 5 显示 105 米电缆、相应的均衡器和二者组合的大信号频率响应性能。均衡前电缆的 -3dB 带宽约为 2 MHz，均衡后约为 90 MHz；-1dB 带宽从 0.7 kHz 提高到 75 MHz。

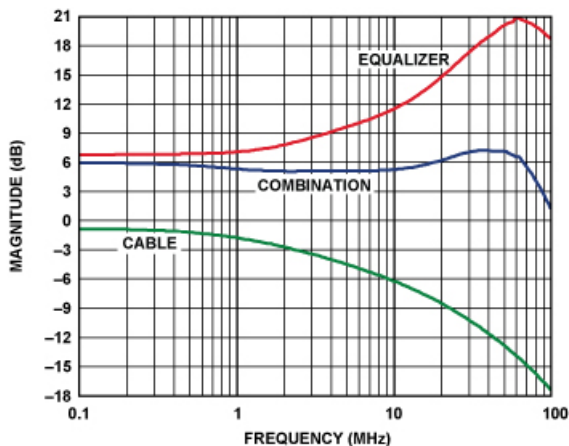


图 5. 大信号频率响应（105 米 VGA 电缆）

图 6 显示瞬态响应性能。高频和低频均得到恢复。通过更多调整，可以实现更好的平坦度（1 MHz 至 10 MHz）和更高的输入信号保真度。

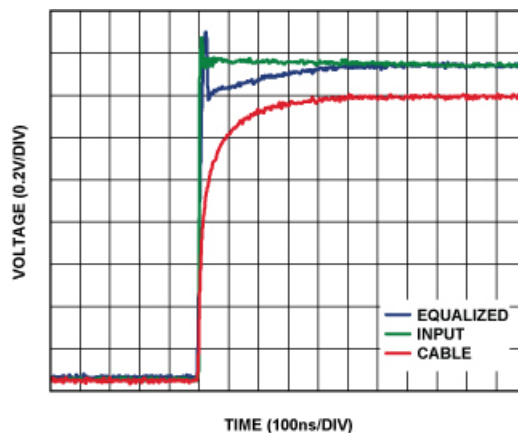


图 6. 均衡前后的瞬态响应（105 米 VGA 电缆）

图 7 显示所有三个通道（R、G、B）的原理图，包括独立解决方案所需的全部器件。通过一个小型 USB 端口为整个系统供电。R4、R5 和 R6 均匹配电缆的特征阻抗。

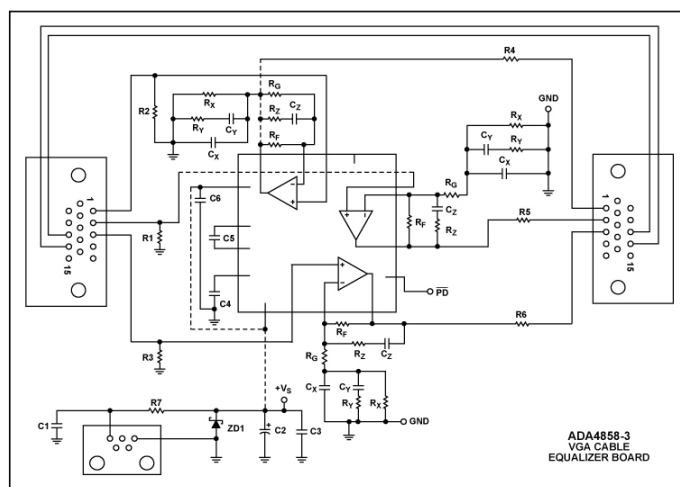


图 7. 显示所有三个均衡通道的完整电路板原理图

结论

本文说明如何利用三通道视频驱动器 ADA4858-3 驱动并均衡用于传输 RGB 视频的最长 100 米 VGA 电缆。文中给出了采用 45 米和 105 米电缆的两个示例，但该解决方案经过调整，可支持各种长度的电缆。这种解决方案便于使用，成本低廉，易于实施，只需 ADA4858-3、几个无源器件和 3.3V 至 5V 单电源，电源可以从 USB 端口获得。

附录

ADA4858-3 是一款三通道电流反馈型运算放大器，总静态电流仅为 42mA，其中包括电荷泵耗用的电流。为进一步降低功耗，还提供省电特性，当放大器不用时，总电源电流可降至 2.5 mA。由于有电荷泵，该器件不需要负电源；在省电模式下，电荷泵仍能为外部器件供电。ADA4858-3 具有宽输入共模电压范围；以 5 V 电源供电时，输入范围为地以下 1.8 V 至正供电轨以下 1.2 V。600 MHz 带宽和 600 V/ μ s 压摆率使该放大器非常适合许多高速应用，高达 85 MHz 的 0.1 dB 平坦度($G = 2$, 150 Ω 负载)则使它成为专业和消费电子视频应用的绝佳选择。此外，电流反馈型放大器不存在电压反馈型放大器的增益带宽限制。

片内电荷泵产生一个负电源，其电压取决于正电源电压。采用 5V 正电源时，电荷泵产生-3V 负电源并提供 150mA 输出电流；采用 3.3V 正电源时，电荷泵产生-2V 负电源并提供 45mA 输出电流。外部电容 C1 和 C2 应为 1 μ F 至 4 μ F 的电容，具有低 ESR 和低 ESL 特性，并且应尽可能靠近 ADA4858-3 放置。C1 连在 C1_a 与 C1_b 之间，C2 连在 CPO 与地之间。

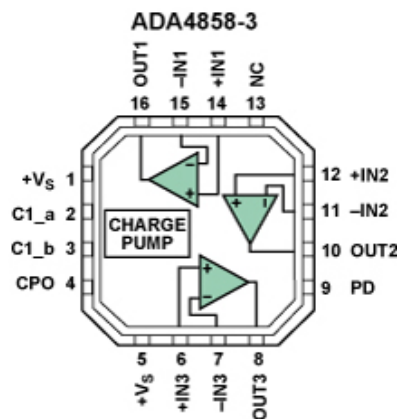


图 A. 功能框图

参考文献

1. www.analog.com/en/audiovideo-products/video-amps/buffers/filters/ada4858-3/products/product.html.

作者简介

Charly El-Khoury

[charly.el-khoury@analog.com] 是高速放大器部门的一名应用工程师。他于 2006 年毕业于伍斯特理工学院(WPI)，获得电气与计算机工程(ECE)硕士学位，之后加入ADI公司。

