

设计笔记:

HFDN-30.0

Rev.1; 04/08

按照 10Gbase-CX4 发送器模板要求设计 MAX3983

按照 10Gbase-CX4 发送器模板要求设计 MAX3983

1 引言

不需要借助自动/自适应均衡技术，MAX3983 电缆驱动器/接收器大大提高了电缆传输距离。MAX3983 发布之后，出现了新的铜缆接口标准，即XAUI、InfiniBand和 10Gbase-CX4 等。MAX3983 是这些标准的最佳选择；而有些器件的特性并不能满足这些标准要求。要求最严格的标准是IEEE802.3 的 10Gbase-CX4 发射器输出模板。本文的讨论能够帮助您达到CX4 发射器模板要求。加入几个无源元件后，高性能MAX3983 满足了这一严格的模板要求。关于MAX3983 铜缆驱动器/接收器的详细信息，请参考Maxim设计笔记HFDN-27.0 和MAX3983 数据资料，它们都可以通过访问<http://www.maxim-ic.com.cn>获得。

2 发送要求

10Gbase-CX4 要求电缆发送器瞬时响应在模板的上下限之间。所设计的模板能够采集到同时发生的瞬变时间、预加重级、峰峰值电压、逻辑 1 和 0 电压以及振铃和反射等失真现象。MAX3983 提供可调预加重，但是不具有可调电压摆幅和可调瞬变时间。所有这些因素决定了 10Gbase-CX4 模板的输出波形范围。图 1 是 2004 年 2 月发布 10Gbase-CX4 标准时描述的模板。

图 2 显示了 MAX3983 发射器和模板的对比，它使用了预加重设置，接近但是超出了模板上下限。

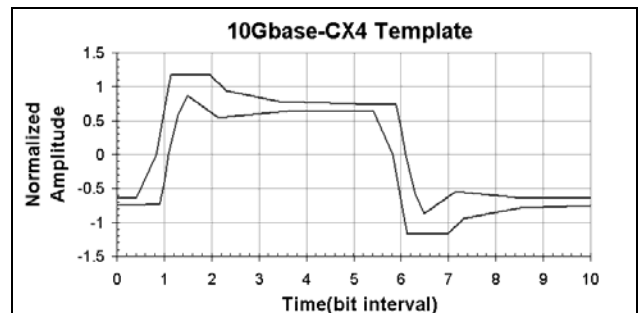


图1. IEEE802.3 10Gbase-CX4 规定的上下限

图 2 中使用的 MAX3983 预加重设置是 TXPE1 = 逻辑 0，TXPE0 = 逻辑 1。这导致大约 6dB 的补偿。换句话说，峰峰值电压和逻辑 0 到 1 电压之比是 2 比 1。稍微超出峰峰值电压，需要减慢瞬变时间，降低峰峰值电压，达到模板限制要求。

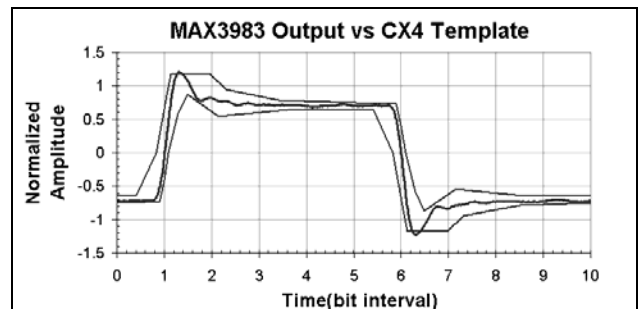


图2. MAX3983 发射器输出(没有修改，PE = 6dB)和 10Gbase-CX4 模板的对比

3 设计方法

要达到模板要求的第一步是调整瞬变时间。10Gbase-CX4 允许的最小(最快)瞬变时间是 60ps, 而 MAX3983 芯片瞬变时间大约为 35ps。芯片和电缆连接器之间可以连接有损传输线, 把瞬变时间延长到 60ps; 但是, 这可能会导致电缆过长, 超出了电路板空间范围。在本文中, 采用 1.5 英寸的 FR4 传输线, 时间延长到 50ps, 但还是需要进一步延长。仅仅放置一个短路电容还不够。这实际上带来了新问题, 因为它彻底破坏了输出回损, 而 10Gbase-CX4 文档对此进行了详细规定。采用短路电容后, 在差分输出的每一对上串联一个电阻可以恢复输出阻抗。它不利的一面是进一步降低了输出峰峰值电压。可以选择这种结合使用短路 C 和串联 R 的方法来调整瞬变时间和输出级, 同时维持可以接受的回损。图 3 解释了这一概念。

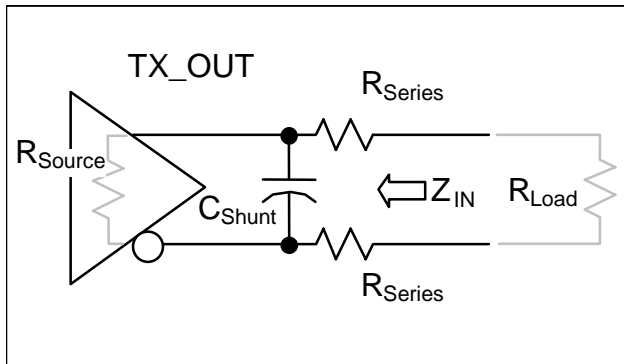


图3. 加入短路 C 和串联 R 会同时提高瞬变时间, 降低峰峰值电压, 维持可以接受的输出阻抗

3.1 选择短路 C 和串联 R

具体应用的最小瞬变时间(20%至 80%)要求决定了短路电容的选择。MAX3983 芯片产生 35ps 的瞬变时间。经过 1.5 英寸 FR4 之后, 瞬变时间大约是 50ps。CX4 要求最小瞬变时间不能小于 60ps。可以利用下面的公式(1)来计算 C_{SHUNT}, 但是, 它并不能解决所有的电路板损耗和其他杂散电抗问题。

R 常用范围是在 10 欧姆至 20 欧姆之间, C_{SHUNT} 常用范围是在 0.5pF 至 0.75pF 之间。

$$C_{SHUNT} = \frac{\sqrt{t_R^2 - t_{MAX3983}^2}}{2\pi R(0.2)} \quad \text{公式(1)}$$

其中:

t_R 是所需要的系统 20%至 80%瞬变时间。

$t_{MAX3983}$ 是 50ps, MAX3983 在经过 1.5 英寸 FR4 后的典型 20%至 80%瞬变时间。

R 是等价并联电阻, $R_{SOURCE} \parallel (2R_{SERIES} + R_{LOAD})$ 。

可以计算出串联 R 的额定值, 在任意频率时, 例如 1.0GHz, 产生 100 欧姆的合适阻抗。

$$R_{SERIES} = \left[Z_{IN} - \left(\frac{1}{\frac{1}{R_{SOURCE}} + 2\pi f C_{SHUNT}} \right) \right] \div 2 \quad \text{公式(2)}$$

其中:

Z_{IN} 是频率 f 时所需要的 100 欧姆阻抗。

C_{SHUNT} 是短路电容。

R_{SOURCE} 是 100 欧姆发射器阻抗。

f 是 Z_{IN} 等于 100 欧姆时的频率。

除了减轻阻抗失配之外, 电阻 R_{SERIES} 对瞬变响应还有其他影响。 R_{SERIES} 还产生了输出摆动。10Gbase-CX4 委员会要求的最大允许输出为 1200mVpp。由于 MAX3983 的典型输出为 1500mVpp, 它还需要进行调整以适应 CX4 的 1200mVpp 最大输出。可以将 R_{SERIES} 改变几个欧姆, 而不需要大范围改变阻抗来调整峰峰值输出。

4 结果

下面的表 1 总结了使用不同 R_{SERIES} 和 C_{SHUNT} 值的结果。使用逻辑 0 作为 0%基准，以及预加重峰值(0 至 1 瞬变之后)作为 100%基准来测量瞬变时间。

表 1. 不同 R_{SERIES} 和 C_{SHUNT} 的结果

R_{SERIES}	C_{SHUNT}	输出峰峰值	20%至 80% 瞬变时间
12 欧姆	0.51pF	1.25V	70ps
14 欧姆	0.62pF	1.20V	74ps
16 欧姆	0.75pF	1.14V	76ps
18 欧姆	0.86pF	1.08V	79ps
20 欧姆	1.0pF	1.02V	83ps

图 4 对比了 MAX3983 输出和 CX4 发射器模板，其中， $R_{SERIES} = 12$ 欧姆， $C_{SHUNT} = 0.5\text{pF}$ 。现在，瞬变响应符合瞬变时间和峰峰值要求，同时实现了最大允许预加重。

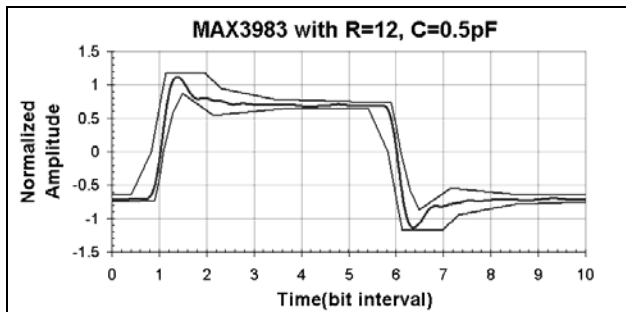


图4. 使用外部 R 和 C ，MAX3983 输出符合 CX4 要求

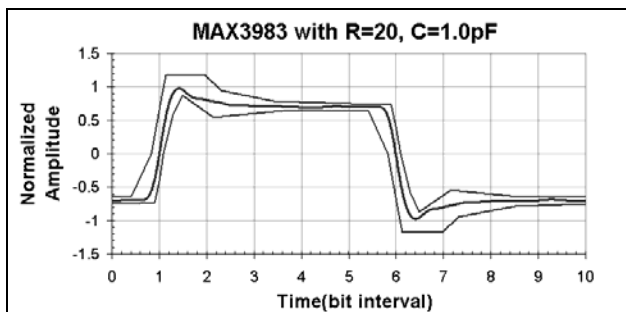


图5. MAX3983 输出符合 CX4 要求，但是牺牲了太多的预加重

图 5 显示的是符合要求的输出，但是，在这一例子中，预加重大大降低了。放弃了大约 2dB 的预加重以及相关的损耗补偿，以便更好地适应。很明显，图 4 和图 5 显示了调整瞬变响应的实际上下限。

采用了几种可行的方法来满足 CX4 模板之后，输出回损是需要解决的最后一个要求。图 6 显示了 MAX3983 增加 4 种 R_{SERIES} 和 C_{SHUNT} 组合之后的输出回损。在所有例子中，测量得到了 2GHz 以下 15dB 甚至更好的回损。这要明显好于 CX4 所需要的最小 10dB 要求。

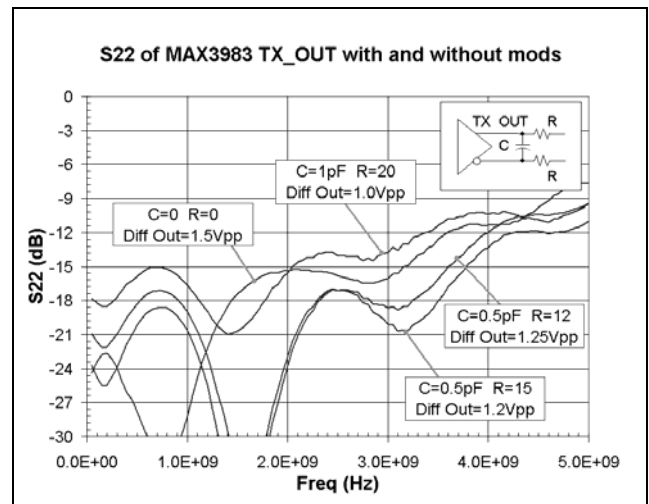


图6. R_{SERIES} 和 C_{SHUNT} 值不同导致的输出回损

5 结论

MAX3983 是通用电缆均衡器，可以用于各种应用中。这里讨论的设计方法是对瞬变响应进行精细调整非常简单有效的方法。很显然，简单的 RC 网络这种方法足以使 MAX3983 发射器瞬变响应能够满足 10Gbase-CX4 的要求。