

Analog Applications Journal

BRIEF

RS-485 总线上的器件间距安排

作者: Kevin Gingerich · 高性能线性 / 接口产品部

介绍

RS-485 是一种分布参数电路,其电气特性及响应主要由物理介质的分布电感及电容*决定。此处的介质指的是互联线缆或电路路径、连接器、终接器以及连接到总线的 RS-485 器件。连接到总线的电容数量及其间距可以根据以下分析结果定夺。

开始近似计算,空载 RS-485 总线上任一段点的传输线特性阻抗可由下列等式推出,其中 L 为每单位长度的电感,C为每单位长度的电容。

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

当电容以器件及其互连件形式连接到总线时,总线阻抗低至 Z' ,使得介质与总线负载部分之间的阻抗不匹配。

当输入信号波到达该阻抗不匹配点时,信号将会衰减(或放大)。阻抗不匹配点的信号电压为 $V_{L1} = V_{L0} + V_{J1} + V_{R1}$,其中, V_{L0} 为初始电压, V_{J1} 是输入信号电压,而 V_{R1} 为反射电压。不匹配点的反射电压为 $V_{R1} = \rho_L \times V_{J1}$,其中

$$\rho_L = \frac{Z' - Z}{Z' + Z}$$

这是通常用于传输线分析中的反射系数。电压等式可写作

$$V_{L1} = V_{L0} + V_{J1} + \rho_L \times V_{J1}$$

当传输速率较高及介质电气长度**较长时,使总线上任意输出驱动器的首次信号传输都达成一个有效的输入电压电平非常重要。

* 本文中的各种电容为差动式。与单端电容相比,该差动约为二分之一。

** “电气长度”的定义为

$$\tau > \frac{t_{10-90\%}}{3}$$

其中, τ 为通过总线的单程延迟时间, $t_{10-90\%}$ 为最快驱动器输出信号传输时间的 10%~90%。

最新一期精彩内容

- 使放大器的噪声性能与ADC相匹配
- TLC5940 PWM调光技术使LED视频显示器拥有完美的色彩品质
- 宽输入DC/DC模块最大限度提高了设计灵活性
- 为多轨FPGA及DSP提供核心动力
- 低成本分流监测器IC使动圈式仪表的设计柳暗花明
- 如欲下载该版本,敬请访问: www.ti.com/aaaj



这叫做入射波开关。如果入射波条件不满足,则一定要使用反射波开关。要获得有效的逻辑电压电平,反射波开关由首次传输到达后产生的反射能量决定。

假设总线两端均使用标量介质阻抗端接,且无自动防护失调,则 RS-485 驱动器将建立从高至低的电压变化(至少为 1.5 V 至 -1.5V,或 V_{J1} 为 -3V)。负载信号电压 V_{L1} 将低于 -0.2V 的最小接收机输入电压阈值。

$$\begin{aligned} -0.2 &> 1.5 + (-3) + \rho_L \times (-3) \\ \rho_L &> \frac{-0.2 - 1.5 + 3}{-3} = -0.43 \end{aligned}$$

通过下列等式可以算出 Z' :

$$\begin{aligned} \rho_L &= \frac{Z' - Z_0}{Z' + Z_0} > -0.43 \\ Z' - Z_0 &> -0.43(Z' + Z_0) \\ Z'(1 + 0.43) &> Z_0(1 - 0.43) \\ Z' &> 0.4Z_0 \end{aligned}$$

如果负载总线阻抗不小于 $0.4Z_0$,则无论如何应在入射波上达到最小阈值电平。

如何进行总线配置以使负载总线阻抗高于 $0.4Z_0$?

在计算最小负载总线阻抗时，我们将增加的器件及其电容视作分布模型。这样，负载总线阻抗可粗略为

$$Z' = \sqrt{\frac{L}{C+C'}}$$

其中C'为每单位长度的附加电容。如果我们已知介质的分布电感及电容，则可直接计算出Z'。然而制造商一般情况下并不标明这些值，但通常会给定阻抗特性Z₀以及每单位长度电容C。参数间关系式为

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

代入 L = Z₀²C，消去 L 项。代入Z'等式并简化后得到：

$$Z' = \sqrt{\frac{Z_0^2 C}{C+C'}} = Z_0 \sqrt{\frac{C}{C+C'}}$$

C' 等于分布器件电容 (C_L) 除以器件间距 (d)：

$$C' = \frac{C_L}{d}$$

将上式代入等式可得出 d：

$$Z' = Z_0 \sqrt{\frac{C}{C + \frac{C_L}{d}}}$$

$$\left(\frac{Z'}{Z_0}\right)^2 = \frac{C}{C + \frac{C_L}{d}}$$

$$C \left(\frac{Z_0}{Z'}\right)^2 = C + \frac{C_L}{d}$$

$$d = \frac{C_L}{C \left[\left(\frac{Z_0}{Z'}\right)^2 - 1 \right]}$$

现在代入Z'最小值0.4Z₀，所得结果d的单位为米(当C的单位为pF/m)或者英尺(当C的单位为pF/ft)：

$$d > \frac{C_L}{C \left[\left(\frac{Z_0}{0.4Z_0}\right)^2 - 1 \right]}$$

$$d > \frac{C_L}{5.25C}$$

我们现已掌握了最小器件间距的关系，以分布介质与集总负载电容的函数方式表示。图1以图表形式表示了这种关系。

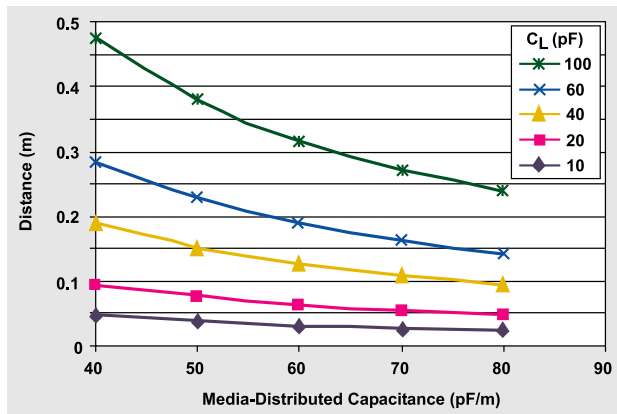


图 1：TPS79918 内部结构图

只要总线到收发器间发生电气短路则负载电容受到RS-485 电线电路总线引脚、连接器触头、印制电路板线迹、保护器件及其他物理连接的影响。RS-485 5V收发器(如SN65HVD1176)的电容值为7 pF。采用3V电源的收发器(如SN65HVD11)的电容值为16pF，约为5V收发器的两倍。电路板线迹根据其结构不同，增加大约0.5到0.8pF/cm。连接器及抑制器件的电容变化范围很宽。介质分布电容可以从低容性无屏蔽双绞线线缆的40pF/m变化到背板的70pF/m。

上述推导过程为RS-485节点在集总负载电容总线部分的器件间距安排提供了指导。适当调整参数值，该方法也适用于其他多点或多支路总线，如CAN、RS-422或M-LVDS。

参考资料：

相关网站：

interface.ti.com

www.ti.com/sc/device/SN65HVD11

www.ti.com/sc/device/SN65HVD1176

重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下, 随时对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权随时中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。仅在 TI 保修的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非政府做出了硬性规定, 否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的数据手册或数据表, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时, 如果存在对产品或服务参数的虚假陈述, 则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权, 且这是非法的、欺诈性商业行为。TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息:

产品

放大器	http://www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
DSP	http://www.ti.com.cn/dsp
接口	http://www.ti.com.cn/interface
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
微控制器	http://www.ti.com.cn/microcontrollers

应用

音频	http://www.ti.com.cn/audio
汽车	http://www.ti.com.cn/automotive
宽带	http://www.ti.com.cn/broadband
数字控制	http://www.ti.com.cn/control
光纤网络	http://www.ti.com.cn/opticalnetwork
安全	http://www.ti.com.cn/security
电话	http://www.ti.com.cn/telecom
视频与成像	http://www.ti.com.cn/video
无线	http://www.ti.com.cn/wireless

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated