

Application Note

在 FPD-Link 设计中进行同轴电缆供电



摘要

汽车应用的发展日新月异，诸如 360 度全景视图和车内驾驶员警觉性监控等新功能不断涌现。为了支持这些功能，需要在车辆内外安装多个摄像头，每个摄像头都需要配备额外的硬件和布线元件。FPD-Link III 器件可以通过摄像头和串行器之间的单根标准同轴电缆传输视频数据和电源，以此简化汽车系统的设计。这样不仅可以减轻整车重量，消除单独的电源需求，还可以极大地降低布线成本。本应用手册讨论了这些应用的电源设计部分涉及的限制条件，并提供了多种同轴电缆供电 (PoC) 网络解决方案。

内容

1 简介.....	2
2 同轴电缆供电的工作原理.....	2
2.1 电感器特性.....	2
2.2 电容器特性.....	5
2.3 铁氧体磁珠特性.....	5
3 设计注意事项.....	6
3.1 频率范围.....	6
3.2 电源注意事项.....	6
3.3 电感器尺寸注意事项.....	6
3.4 布局布线注意事项.....	6
4 FPD-Link PoC 要求.....	7
4.1 通道要求.....	7
4.2 PoC 噪声要求.....	9
5 TI 建议的 PoC 网络.....	12
5.1 FPD-Link III 数据表中的 PoC 网络.....	13
5.2 Murata 网络.....	14
5.3 TDK 网络.....	17
5.4 Coilcraft 网络.....	25
6 总结.....	29
7 参考文献.....	29
8 修订历史记录.....	29

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

高级驾驶辅助系统 (ADAS) 变得越来越复杂, 包括驾驶员监控、驾驶辅助功能以及某些情况下的自动驾驶等应用。这些系统通常使用分布在车辆各个位置的多种类型的传感器和摄像头。随着传感器和摄像头的数量不断增加, 传输高速数据和电源信号所需的电缆总长度和数量也会增加。这导致需要大量布线, 不仅成本高昂, 而且会使系统实施变得复杂。

FPD-Link 串行器/解串器芯片组无需单独的电缆即可将电源从解串器板输送到串行器和传感器, 从而使 ADAS 系统无需大量布线即可支持更多的传感器。这是通过使用同轴电缆供电 (PoC) 滤波器将直流电源与高速 FPD-Link 信号分离来实现的, 支持通过与 FPD-Link 数据相同的同轴电缆传输电源。

2 同轴电缆供电的工作原理

PoC 网络的作用是将高速数据信号与直流电源信号相分离。高速信号包含一个将视频和控制数据传送到解串器的高速正向通道和一个将控制数据传送到串行器的低速反向通道。图 2-1 简要概述了 FPD-Link 和直流电源如何共享单条同轴电缆。直流电源信号必须与串行器的 DOUT 引脚和解串器的 RIN 引脚完全隔离。这是通过将交流耦合电容器放置在与 FPD-Link 信号路径一致的位置来实现的, 该电容器会阻止直流信号并传递正向和反向通道数据信号。一个简单的电容器就可以实现该目的, 因为该电容器在正向和反向通道频率上具有非常低的阻抗, 并且对于直流电相当于开路。

PoC 网络是一种低通滤波器电路, 旨在传递传输的直流信号, 同时将对高速交流信号的干扰降至最低。为了使该低通滤波器电路不干扰高速信号, 该电路的阻抗需要远大于通道的特性阻抗。建议在整个 FPD-Link 工作频段上满足 $1k\Omega$ 的阻抗。

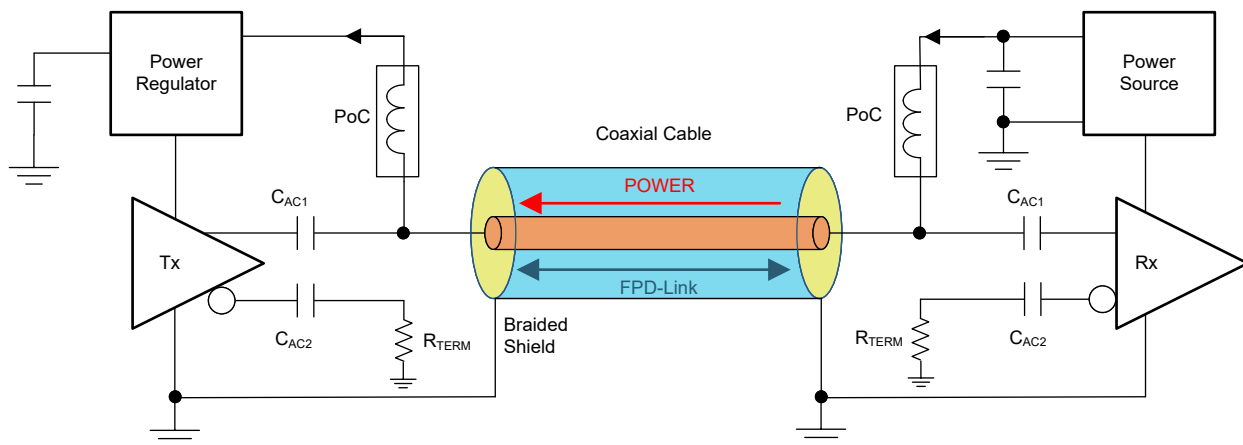


图 2-1. 同轴电缆供电的概念

2.1 电感器特性

理想的电感器能够阻断所有交流频率并使所有直流电源通过。不过, 电感器的一些特性使其在极端情况下的行为不太像电感器。实际电感器的行为与图 2-2 中所示的电路更加接近, 其中包含寄生电容和电阻分量。在低频时, 电容器的行为类似于具有高阻抗的开路, 电感器的行为类似于具有低阻抗的短路。在非常高的频率下, 电容器的行为类似于短路, 此时阻抗等于 R_L 。

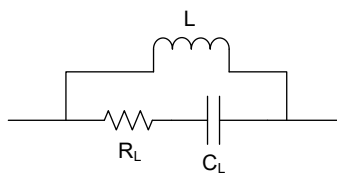


图 2-2. 实际电感器的模型

阻抗在自谐振频率 (SRF) 下达到峰值，此时电感器和电容器产生谐振。在频率超过 SRF 时，寄生电容起主导作用并使阻抗降低。可以使用 [方程式 1](#) 来计算 SRF，其中 L 是电感，C 是寄生电容，F 是谐振频率。元件的数据表中通常会列出这些值。

$$F = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (1)$$

[图 2-3](#) 展示了 100μH 电感器的阻抗，其中黑线表示 SRF 之前理想电感器的阻抗，红线表示 SRF 之后寄生电容的阻抗。

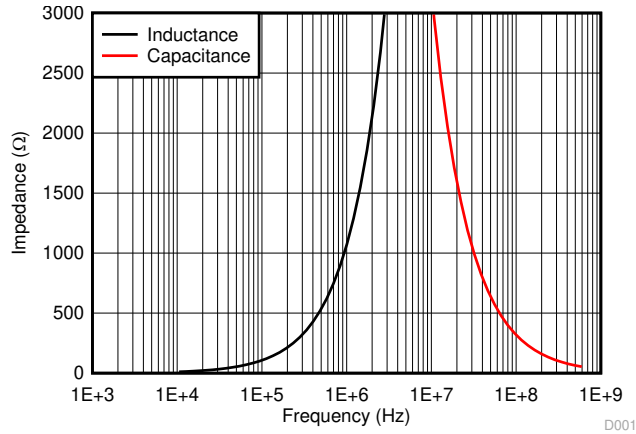


图 2-3. 实际电感器阻抗 - 100μH 电感器

[图 2-3](#) 显示对于 100μH 电感器，在大约 1MHz 时阻抗上升至 1kΩ 以上，在大约 30MHz 以上的频率时下降至 1kΩ 以下。尽管没有严格要求，但建议使用高于 1kΩ 的阻抗，因为高阻抗与较低的信号损耗相关。因此，需要使用更复杂的低通滤波器来提高整个 FPD-Link 双向信令频率范围内的阻抗。

为了在整个工作频率范围内增大电路的阻抗，可以串联添加具有不同值的附加电感元件。[图 2-4](#) 单独显示了 100μH 和 4.7μH 电感器的阻抗，并且显示了两者的串联阻抗。与 100μH 电感器相比，4.7μH 电感器具有更高的 SRF，但仍然无法在大频率范围内实现高阻抗。但是，在串联使用时，阻抗在大约 1MHz 至远超过 500MHz 范围内保持在 1kΩ 以上。

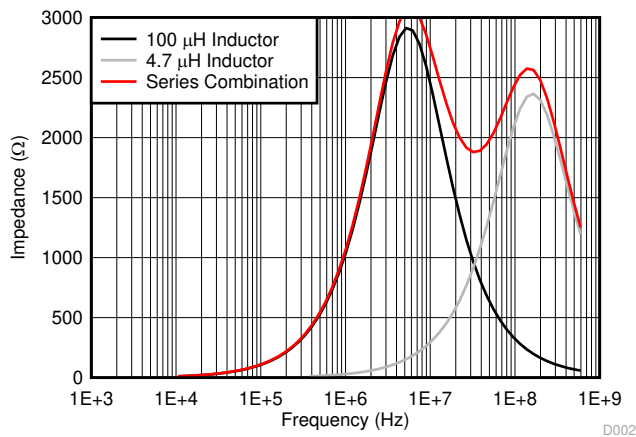


图 2-4. 串联电感器的阻抗

通过串联电感器，可以创建一个宽频电感器以覆盖反向通道和正向通道的整个频率范围。[图 2-5](#) 和 [图 2-6](#) 进一步对此进行了说明。[图 2-5](#) 展示了具有不同值的单个电感器的阻抗图。单个电感器无法在宽频率范围内提供 1kΩ 的阻抗。不过，[图 2-6](#) 显示当结合使用时，这些电感器可以在大频率范围内提供 1kΩ 的一致阻抗。

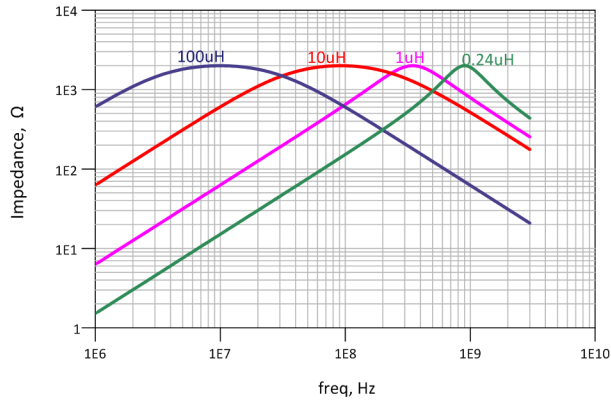


图 2-5. 各个电感器的阻抗

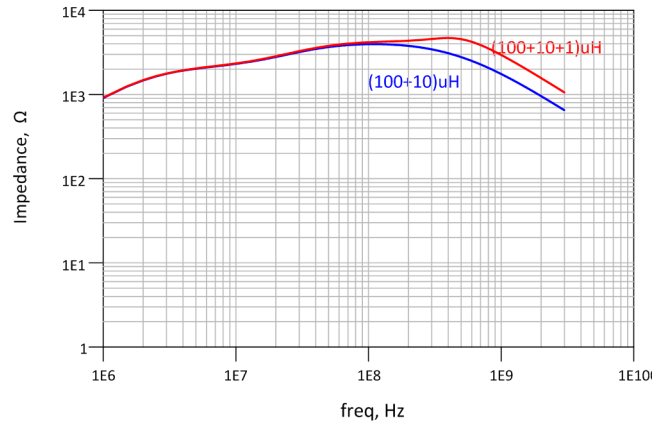


图 2-6. 组合电感器的阻抗

使用实际电感器时的另一个考虑因素是饱和电流。电感器以磁场的形式存储电能。磁场的强度与流经电感器的电流相关。饱和电流是在电感器不再像理想电感器那样运行之前可以支持的最大电流。在实现 PoC 网络时，应验证运行条件是否不超过任何元件的最大额定电气特性，这一点至关重要。

2.2 电容器特性

图 2-7 展示了实际电容器元件的代表性模型。电容器具有伴随的寄生电阻和电感，在非常高的频率下，电感起主导作用，电容器不再像电容器一样工作。如果在某个频率范围内绘制电容器的阻抗，则结果与图 2-3 类似，但会进行水平翻转，在谐振频率下出现最低阻抗。

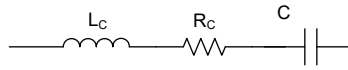


图 2-7. 实际电容器

PoC 网络中的电容器用于对链路串行器侧的直流稳压器输入进行去耦。直流稳压器的输入电容基于器件数据表中的 FPD-Link 串行器和直流稳压器建议。选择的电容器必须具有适合系统的电压和温度额定值。与电感器串联形成宽带电感器的方式类似，电容器可以并联以形成一个宽带电容器或可以通过更大频率范围并更好地对直流稳压器进行去耦的电容器。通常，在选择去耦电容器时，可以将电容器视为理想电容器，因为直流稳压器产生的噪声的频率比试图阻断的信号频率低得多。方程式 2 展示了作为频率的函数的电容器阻抗，其中 Z 是阻抗（以欧姆为单位）， f 是频率（以赫兹为单位）， C 是电容（以法拉为单位）。

$$Z = \frac{1}{\sqrt{2\pi f C}} \quad (2)$$

2.3 铁氧体磁珠特性

随着 FPD-Link 通信频率的提高，对更复杂的 PoC 网络的需求也随之而来。在处理极高的频率时，铁氧体磁珠非常有用。铁氧体磁珠是特殊类型的电感器，具有非常低的电感，但额定频率处于 MHz 至 GHz 量级范围之内。在标准线圈电感器通常开始表现得像电容器时，铁氧体磁珠可以继续提供高阻抗。图 2-8 展示了一个实际的铁氧体磁珠，该铁氧体磁珠具有电感分量、电容分量和电阻分量。铁氧体磁珠主要包含电感分量，因此 L_{FB} 是该模型中最主要的部分。直到出现非常高的频率时，寄生电容 C_{Par} 才会变得显著。

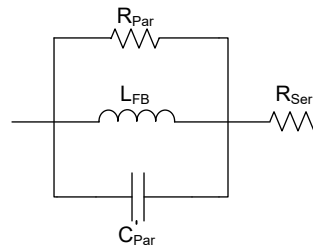


图 2-8. 实际的铁氧体磁珠

向 PoC 网络中添加铁氧体磁珠可以扩大频率覆盖范围。不过，当电流为直流时，铁氧体磁珠的电阻分量可能比标准线圈电感器更大。虽然电阻通常很小 ($<1\Omega$)，但在消耗电流的应用中，较高的直流电阻会导致显著的 IR 压降。

3 设计注意事项

在选择 PoC 网络时，需要考虑两个主要功能因素：器件的工作频率范围和串行器或成像仪电路板的功耗。

3.1 频率范围

要设计合适的 PoC 网络，请考虑该网络必须能够进行滤波的频率范围。FPD-Link 通信的工作频率范围取决于特定的器件配对和模式配置。

例如，使用 DS90UB953-Q1 和 DS90UB954-Q1 的系统在同步模式下运行，基准时钟为 26MHz，其正向通道速率为 4.16Gbps（频率高达 2.1GHz），反向通道速率为 50Mbps（频率低至 25MHz）。因此，所选的 PoC 网络需要支持 25MHz 至 2.1GHz 的频率范围。不过，在基准时钟为 26MHz 的非同步外部时钟模式下运行的相同器件将以 2.08Gbps（频率高达 1.04GHz）的正向通道速率和 10Mbps（频率低至 5MHz）的反向通道速率运行。对于该配置，所选择的 PoC 网络需要支持 5MHz 至 1.04GHz 的频率范围。对于可能支持多种配置的设计而言，了解工作频率尤为重要。

表 3-1 展示了一些常见的串行器/解串器配置及其正向和反向通道通信频率。最后一列显示了 PoC 网络必须能够进行滤波的频率范围。有关器件兼容性和模式配置的更多详细信息，请参阅相应的器件数据表。

表 3-1. PoC 频率范围

串行器	解串器	模式	时钟	BC 频率	FC 频率	PoC 滤波器频率范围
DS90UB913A-Q1	DS90UB914-Q1	12 位 LF	50MHz	2.5MHz	700MHz	1.25MHz - 700MHz
DS90UB933-Q1	DS90UB934-Q1	12 位	100MHz	2.5MHz	935MHz	1.25MHz - 935MHz
DS90UB933-Q1	DS90UB954-Q1	10 位	100MHz	2.5MHz	700MHz	1.25MHz - 700MHz
DS90UB953-Q1	DS90UB934-Q1	DVP	25MHz	2.5MHz	350MHz	1.25MHz - 350MHz
	DS90UB954-Q1	同步	26MHz	50MHz	2.1GHz	25MHz - 2.1GHz
	DS90UB954-Q1	非同步	52MHz	10MHz	2.1GHz	5MHz 至 2.1GHz

3.2 电源注意事项

每个 PoC 网络都具有基于元件饱和特性的最大额定电流。如节 2.1 中所述，当不遵守最大额定电流时，电感器会饱和，散热并传递非常高的频率。要提供适当的滤波，必须遵循每个 PoC 元件的单独工作规格。

PoC 网络的额定电流必须确保能够向串行器和传感器提供适当的功率。可以根据链路串行器侧最坏情况下的功耗来计算串行器板消耗的最大功率。潜在最大功率情况的一个示例是传感器正在主动收集数据并且所有其他远程器件都在运行。请注意，最坏情况和最大功率取决于系统，可能因设计而异。还必须考虑各个元件和电缆的寄生阻抗引起的 IR 压降。TI 建议使用几种可实现不同电源输送级别的不同 PoC 网络。所选的 PoC 网络必须能够通过给定的 PoC 电压为串行器和传感器提供足够大的电流和功率。

3.3 电感器尺寸注意事项

尽管不是功能所必需的，但某些系统具有在设计 PoC 网络时必须考虑的尺寸限制。所使用的电感器的感值基于系统的阻抗和滤波需求，但电感器的物理尺寸取决于器件内核维持磁场的的能力。物理尺寸较小的电感器具有较低的饱和电流，并限制 PoC 网络的电流额定值。安全使用饱和电流较低的电感器的一种方法是通过增加同轴电缆承载的电压来降低电路的电流要求。例如，如果摄像头或传感器需要的功率为 1.5W 并且使用的 PoC 电压为 5V，则必须支持 300mA 的电流。但是，如果使用的 PoC 电压为 12V，则仅须支持 125mA 的电流。所需的电流越低，允许使用的电感器具有的饱和电流就越低，并且占用的空间可能越小。

3.4 布局布线注意事项

PoC 网络的布局与网络设计同样重要。由于 PoC 网络元件与高速信号引线直接接触，因此良好的布局技术和元件放置对于保持信号完整性以及处于插入损耗和回波损耗要求范围内而言至关重要。高速通道和 PoC 网络都需要严格控制的 50 欧姆 (+/-10%) 阻抗，以最大限度地减少反射。除阻抗之外，PCB 引线需要足够粗，以支持最大预期电流负载。

将 PoC 网络的第一个电感元件正交放置，使其几乎不接触高速 RIN+ 引线。必须在第一个元件下方加一个反焊盘，以保持阻抗尽可能接近 50 欧姆。通过在元件着陆焊盘正下方的接地平面上添加一个切口来创建反焊盘。由于

高速引线和 PoC 引线需要连续的接地基准，因此切口不得包含连接引线下方的任何区域。将其余的 PoC 组件靠近放置，以更大限度地减小 PoC 网络的总占用空间并限制 90 度布线。为了获得最佳 EMI 性能，请勿在 PCB 板边缘附近布置任何高频信号，包括 PoC 网络。图 3-1 展示了一个示例 PoC PCB 布局，其中强调了前面所述的许多建议。

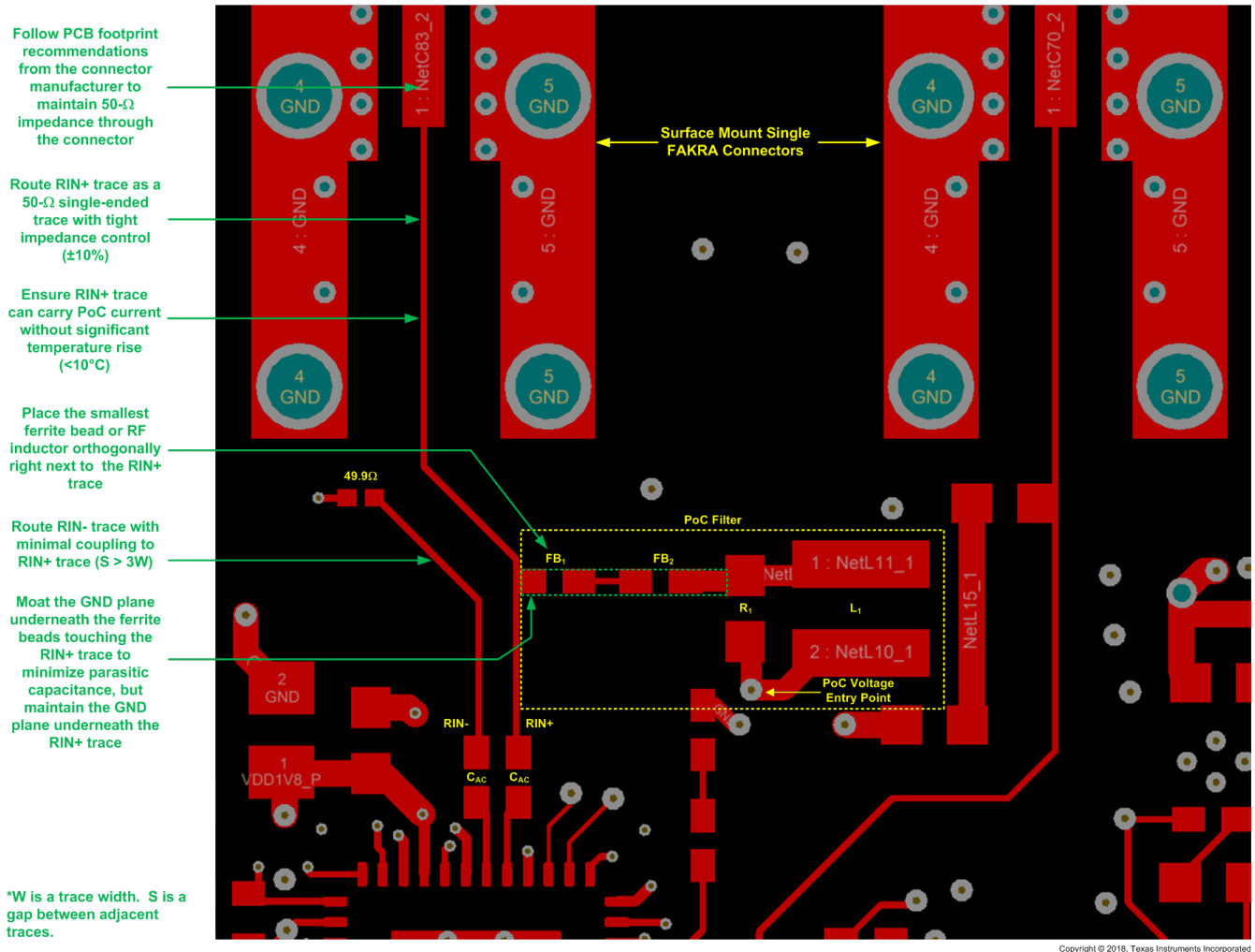


图 3-1. 示例 PoC 布局和布线

建议将整个 PoC 网络与高速 Rin+ 引线保持在同一层，因为过孔可能会导致阻抗不连续性。但是，如果空间受限，则可以使用高速引线将第一个电感元件以外的所有元件布线到该层以外的其他层。为了保持 50 欧姆阻抗，请在所有信号过孔附近添加接地基准过孔。在层之间发送信号时，需要注意避免产生残桩。残桩是任何仅在一端连接的传输线。残桩通常由过孔、布线或穿孔连接器产生，会产生反射并降低信号质量。

有关其他建议，请参阅器件数据表。

4 FPD-Link PoC 要求

在将 PoC 网络整合到系统中时，用户必须确保所选的任何 PoC 网络均符合 TI 的通道规格和 PoC 噪声要求，以便在所有元件容差和工作条件下实现可靠的运行。

4.1 通道要求

为了在 FPD-Link 器件之间实现无差错通信，高速通道上的回波损耗和插入损耗必须处于 TI 在最坏情况电流负载和温度条件下定义的限制范围内。高速通道包括串行器 PCB、电缆和解串器 PCB。PoC 网络只是 PCB 预算和总通道要求的一部分。每个 PCB 上的引线、连接器以及任何接触高速引线的元件都可能影响通道上的损耗。因此，所选元件和电缆的布局和质量至关重要。

TI 从总通道、PCB 和电缆的预算方面定义了通道要求，其中总通道是 PCB 和电缆预算的综合结果。尽管建议分别满足 PCB 和电缆预算，但主要要求是满足总通道预算。这允许一定程度的灵活性，因为对于稍微违反 PCB 预算的 PoC 网络，如果使用较短或质量较高的电缆来补偿额外的损耗，则该网络仍然可以满足总通道预算。同样，如果有损耗的电缆超出了电缆预算，并且 PCB 设计在 PCB 预算内产生了额外的裕度，则仍然可以满足总通道损耗要求。只要 PCB 和电缆的综合损耗处于总通道预算范围之内，就可以认为通道规格得到满足。但是，建议尽可能充分地满足每项预算。在通过仿真或测量评估插入损耗和回波损耗时，必须在最高温度条件和电流负载下对系统施加应力。

回波损耗要求可防止信号衰减。回波损耗是指发送器看到的链路中的反射量。当通道中存在阻抗不匹配情况时，网络通常无法满足回波损耗要求。当电感器和铁氧体磁珠选择不当时，网络也无法满足要求。可以使用 [方程式 3](#) 来计算回波损耗。

$$\text{Return Loss(dB)} = 10\log_{10}\left(\frac{P_{out}}{P_{in}}\right) \quad (3)$$

对于确保满足回波损耗要求而言，遵循数据表中的 FPD-Link 和 PoC 布局指南至关重要。如果电路板的设计已经完成，但不满足回波损耗要求，则 TDR 测试可以帮助确定电路板上阻抗不匹配的区域。[表 4-1](#) 给出了 FPD-Link III 同轴电缆应用的回波损耗要求。为了使系统稳健运行，回波损耗必须小于系统工作频率范围内列出的值。有关为每个单独的 FPD-Link 器件定义的所需通道规格和运行模式的更多信息，请联系 TI。

表 4-1. 回波损耗要求

频率	PCB 预算 (dB)	总预算 (dB)	电缆预算 (dB)
1 - 100MHz	-20	-16	-20
0.1 - 1GHz	$-12 + 8 \times \log(f[\text{GHz}])$	$-9 + 7 \times \log(f[\text{GHz}])$	$-12 + 8 \times \log(f[\text{GHz}])$
1 - 2.1GHz	-12	-9	-12

插入损耗是指信号在通道中传输时损失的功率。无法满足插入损耗要求的原因通常是通道中的信号衰减，可以使用 [方程式 4](#) 进行计算。

$$\text{Insertion Loss(dB)} = -10\log_{10}\left(\frac{P_{out}}{P_{in}}\right) \quad (4)$$

如果未能满足插入损耗要求，请验证是否遵循了 TI 提供的所有电路板布局布线和 PoC 指南，以及是否在信号传输和 PoC 中使用了高质量元件。[表 4-2](#) 给出了 FPD-Link III 同轴电缆应用的插入损耗要求。为了使系统稳健运行，插入损耗必须大于系统工作频率范围内列出的值。有关为每个单独的 FPD-Link 器件定义的所需通道规格和运行模式的更多信息，请联系 TI。

表 4-2. 插入损耗要求

频率	PCB 预算 (dB)	总预算 (dB)	电缆预算 (dB)
1MHz	-0.35	-1.4	-0.7
5MHz	-0.35	-2.3	-1.6
10MHz	-0.35	-2.5	-1.8
50MHz	-0.35	-3.5	-2.5
100MHz	-0.35	-4.5	-3.9
500MHz	-0.35	-9.5	-8.7
1.0GHz	-0.6	-14.0	-12.8
2.1GHz	-1.2	-21.6	-19.2

4.2 PoC 噪声要求

在设计 PoC 网络时必须考虑高速信号的完整性。网络不能干扰数据传输，直流信号的噪声必须尽可能小。PoC 电源电压和解串器 R_{IN+} 引脚上的噪声尤为重要，必须保持在建议的条件以下。图 4-1 展示了相对于系统的 V_{PoC} 和 R_{IN+} 噪声测量节点。

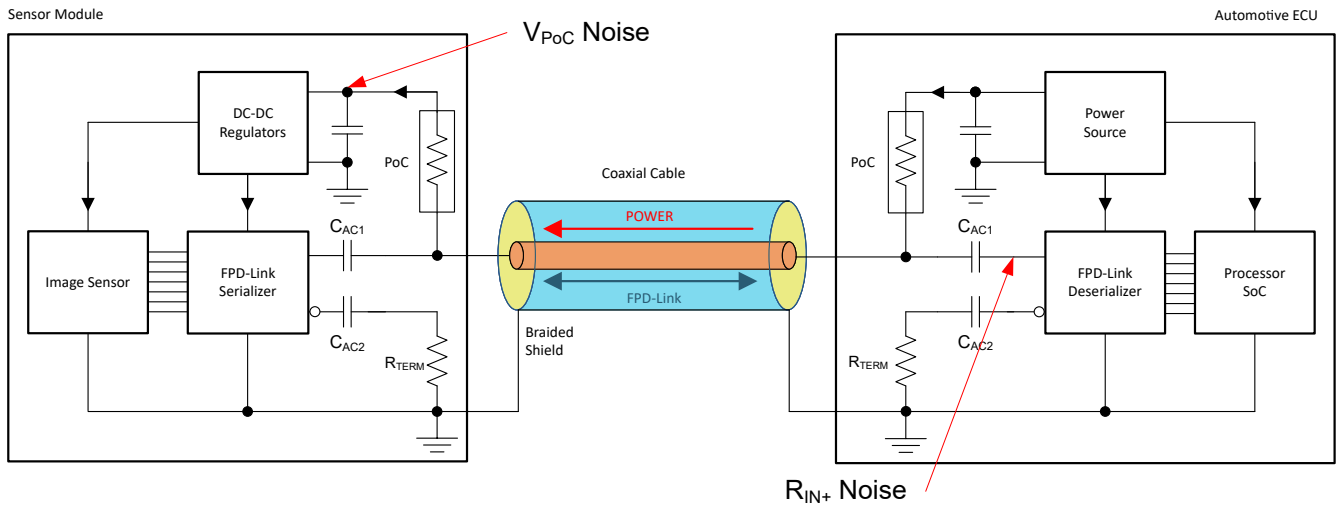


图 4-1. PoC 噪声测量节点

4.2.1 V_{PoC} 噪声和脉冲

V_{PoC} 噪声是因串行器和传感器运行而引入系统的噪声的测量值。图 4-2 展示了在直流稳压器输入端测得的典型波形。电源噪声是由直流降压稳压器的开关引起的，脉冲是由传感器的开关引起的。在消隐周期，传感器汲取的电流明显低于工作周期，这会导致电压尖峰。

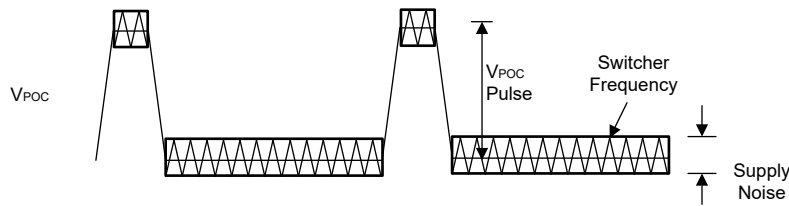


图 4-2. V_{PoC} 噪声

V_{PoC} 必须满足以下要求才能使 FPD-Link 正常运行。

- V_{PoC} 电源噪声必须小于 100mV 峰峰值
- V_{PoC} 脉冲的峰峰值必须小于 500mV (来自图像传感器消隐和有效周期)
- V_{PoC} 脉冲压摆率必须大于 200 μ s/V

可按照以下过程测量 PoC 网络的 V_{PoC} 。

1. 通过同轴电缆将串行器连接到解串器
2. 通过将探头接地短路来测量示波器的本底噪声
3. 为整个系统 (传感器、串行器、解串器等) 供电
 - a. 验证图像传感器是否配置为捕获视频数据
4. 将示波器带宽设置为 0 - 50MHz
5. 在串行器板上的直流稳压器输入端探测 V_{PoC}
6. 从 V_{PoC} 噪声测量值中减去本底噪声测量值

4.2.2 R_{IN+} 噪声

R_{IN+} 噪声是在解串器板上 R_{IN+} 引脚输入端测得的噪声。当频率介于 0 和 50MHz 之间时， R_{IN+} 噪声的峰峰值必须小于 10mV，以防止 FPD-Link 信号衰减。

为了准确测量系统中的 R_{IN+} 噪声，图像传感器和串行器侧的所有其他负载器件必须主动汲取电流。还必须禁用所连接的串行器和解串器生成的正向通道和反向通道传输，以防止噪声测量受到干扰。要禁用正向通道和反向通道传输，必须将串行器和解串器器件上的 PDB 引脚拉至 GND。在主动捕获视频数据时，图像传感器应该会产生 R_{IN+} 噪声。因此，如果在测量时未启用图像传感器，则结果不能准确表示系统的 R_{IN+} 噪声。下面列出了 R_{IN+} 噪声测量过程的一个示例：

1. 重新设计串行器和解串器板，以便在测量期间串行器和解串器上的 PDB 引脚被拉至 GND
2. 焊接串行器板上的 I2C 总线 (SCL、SDA、GND) 到外部 I2C 控制器的导线接头
3. 使用同轴电缆连接串行器和解串器板
4. 通过将探头短路至接地端来测量示波器的本底噪声 (如果之前在 V_{PoC} 测量期间未确定)
5. 为整个系统 (传感器、串行器、解串器等) 供电
6. 通过外部 I2C 控制器在本地配置图像传感器并确认正在生成视频
7. 将示波器带宽设置为 0 - 50MHz
8. 使用用于测量接地的短探头尖端在靠近解串器引脚的位置探测 R_{IN+} 噪声
9. 考虑本底噪声，从 R_{IN+} 噪声测量值中减去本底噪声测量值

4.2.3 产生 PoC 噪声的原因

影响 PoC 网络上的噪声的系统级因素有多种。下面列出了一些可能的 PoC 噪声源。

- 开关稳压器 - 开关稳压器以高频率开启和关闭输出，从而将高电压直流信号降至较低的电压。该开关通过稳压器反馈至输入 V_{PoC} 。开关频率通常具有 kHz 的量级，可以在 PoC 网络中传输，因此降低了信噪比。
- 图像传感器 - 由于功率需求会发生变化，传感器可能会以传感器的帧速率在系统中引入噪声。该需求在收集有效帧数据期间达到峰值，在消隐周期下降。在可以阻断 MHz 至 GHz 量级频率的 PoC 网络中，这种低频噪声可以更容易地进行传播。
- 不良的电路板布局布线 - 如果不遵循数据表中的电路板布局布线指南，则可能会导致系统中的信号衰减并产生额外的噪声。
- 环境噪声 - 环境噪声来自周围环境，其行为可能类似于白噪声。这可能会在整个频谱范围内的所有频率上施加噪声。

4.2.4 噪声测量最佳实践

在进行 PoC 噪声测量时，正确的探测技术对于更大限度地降低任何潜在干扰或测量噪声而言至关重要。在探测解串器板以测量系统的 R_{IN+} 噪声时，建议直接在 IC 上探测 R_{IN+} 引脚。此外，通过直接接触 PCB 板上引脚附近的接地平面将探头接地。在靠近引脚的位置进行接地有助于更大限度地减小接地环路并降低测量噪声。用于收集噪声测量结果的探头也会影响结果。在选择探头时，应使接地路径尽可能短。例如，使用短接地弹簧而非鳄鱼夹或其他类型的大夹将探针接地。这可以更大限度地减小接地环路并降低测量噪声。在测量噪声时，被测系统应准确地表示最终运行系统，这一点很重要。预期的电缆类型和长度必须与解串器、串行器和成像仪一起使用，所有这些都配置为在预期工作模式下运行。

4.2.5 减少 PoC 噪声的影响

开关稳压器是造成 PoC 噪声的主要因素。为了减少其影响，TI 建议尽可能使用低压降稳压器 (LDO)，因为 LDO 不会因开关而产生任何噪声。在无法使用 LDO 但需要使用开关稳压器的情况下，必须考虑引入到系统中的开关噪声。为了降低开关噪声，TI 建议使用高 PoC 电压。随着 PoC 电压的上升，开关稳压器的电流消耗会降低，从而降低开关引入的噪声。

另一种降低噪声影响的方法是使用开关频率较高的开关稳压器。较高的开关频率可提高去耦电容器的有效性，因为其阻抗随着频率的增加而降低。图 5-1 展示了去耦电容器 C1 和 C2；开关频率越高，这些电容器就会变得越有效。最后，增加 V_{PoC} 处的去耦电容有助于更好地滤除稳压器引入的高频噪声。方程式 2 展示了作为频率的函数的电容器阻抗，其中 Z 是阻抗（以欧姆为单位）， f 是频率（以赫兹为单位）， C 是电容（以法拉为单位）。电容和频率位于分母中，这意味着增加任一值都会使阻抗降低，从而使高频接地短路。在选择去耦电容器时，请选择额定电压和温度范围所需的高质量电容器。对于某些电容器，如果在接近其额定电压的条件下工作，则性能会显著下降。有时容量可能会下降，低至标称额定值的 20 - 40%。因此，TI 建议选择额定电压为所用电压的 2 倍或 3 倍的电容器，以避免出现任何电容意外下降的情况。

5 TI 建议的 PoC 网络

本节提供了多个 TI 建议的 PoC 网络。TI 建议根据所需的频率范围、额定电流和温度选择网络。请注意，这些网络中的每一个都已由 TI 使用最小测试板进行测试，以满足 PCB 预算的通道规格要求。但是，由于系统相关因素（例如附加引线、接触元件、所选的连接器和一般布局技术），选择的任何 PoC 网络都必须经过重新验证，以验证系统是否仍满足插入损耗和回波损耗要求。

表 5-1. 建议的网络运行额定值

供应商	网络	频率范围	电流额定值	温度额定值
不适用	来自 FPD-Link III 数据表	25MHz - 2.1GHz	250mA	105°C
Murata	网络 1	5MHz - 5GHz	800mA	105°C
	网络 2	5MHz - 5GHz	825mA	105°C
	网络 3	1MHz - 1GHz	300mA	105°C
TDK	网络 1	5MHz - 4.2GHz	300mA	105°C
			300mA	115°C
	网络 2	5MHz - 4.2GHz	600mA	105°C
			300mA	115°C
	网络 3	5MHz - 4.2GHz	300mA	105°C
			200mA	115°C
	网络 4	5MHz - 4.2GHz	1000mA	115°C
	网络 5	5MHz - 4.2GHz	600mA	115°C
	网络 6	5MHz - 4.2GHz	600mA	115°C
网络 7	1MHz - 1GHz	300mA	105°C	
网络 8	1MHz - 1GHz	400mA	105°C	
Coilcraft	网络 1	1MHz - 5GHz	300mA	125°C
	网络 2	1MHz - 5GHz	300mA	125°C
	网络 3	1MHz - 5GHz	800mA	125°C
	网络 4	1MHz - 5GHz	1200mA	125°C

5.1 FPD-Link III 数据表中的 PoC 网络

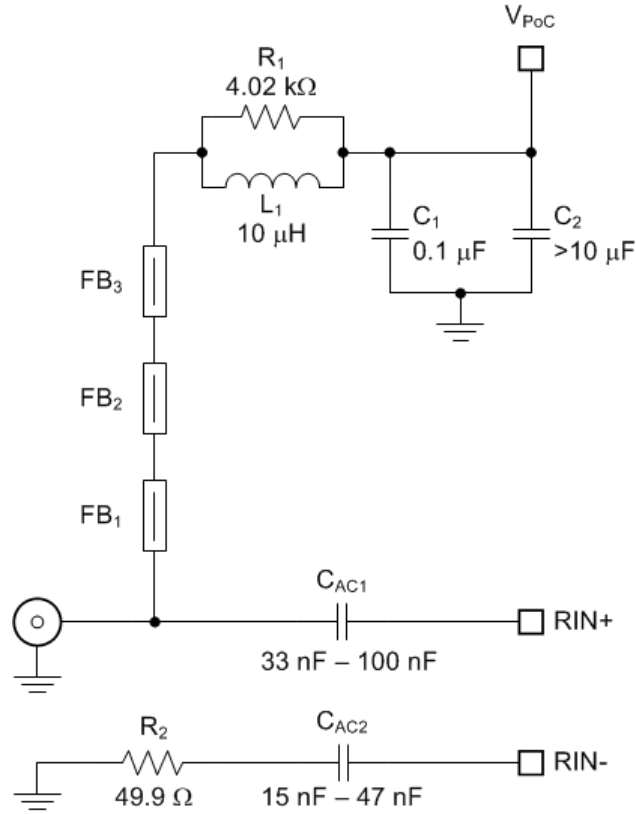


图 5-1. FPD-Link III 数据表中的 PoC 网络原理图

表 5-2. FPD-Link III 数据表中的 PoC 网络元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 10 μH , 0.288 Ω (最大值), 530mA (最小值, I_{sat} 、 I_{temp}), 30MHz SRF (最小值), 3mm x 3mm, AEC-Q200	LQH3NPZ100MJR	MuRata
	电感器, 10 μH , 0.360 Ω (最大值), 450mA (最小值, I_{sat} 、 I_{temp}), 30MHz SRF (最小值), 3.2mm x 2.5mm, AEC-Q200	NLCV32T-100K-EFD	TDK
	电感器, 10 μH , 0.400 Ω (典型值), 550mA (最小值, I_{sat} 、 I_{temp}) 39MHz SRF (典型值), 3mm x 3mm, AEC-Q200	TYS3010100M-10	Laird
	电感器, 10 μH , 0.325 Ω (最大值), 725mA (最小值, I_{sat} 、 I_{temp}), 41MHz SRF (典型值), 3mm x 3mm, AEC-Q200	TYS3015100M-10	Laird
FB1 - FB3	铁氧体磁珠, 1GHz 时为 1.5k Ω , 85°C、500mA 直流时最大 0.5 Ω , 0603 SMD, AEC-Q200	BLM18HE152SZ1	Murata
C1	100nF		
C2	>10 μF		

5.2 Murata 网络

5.2.1 Murata 网络 1

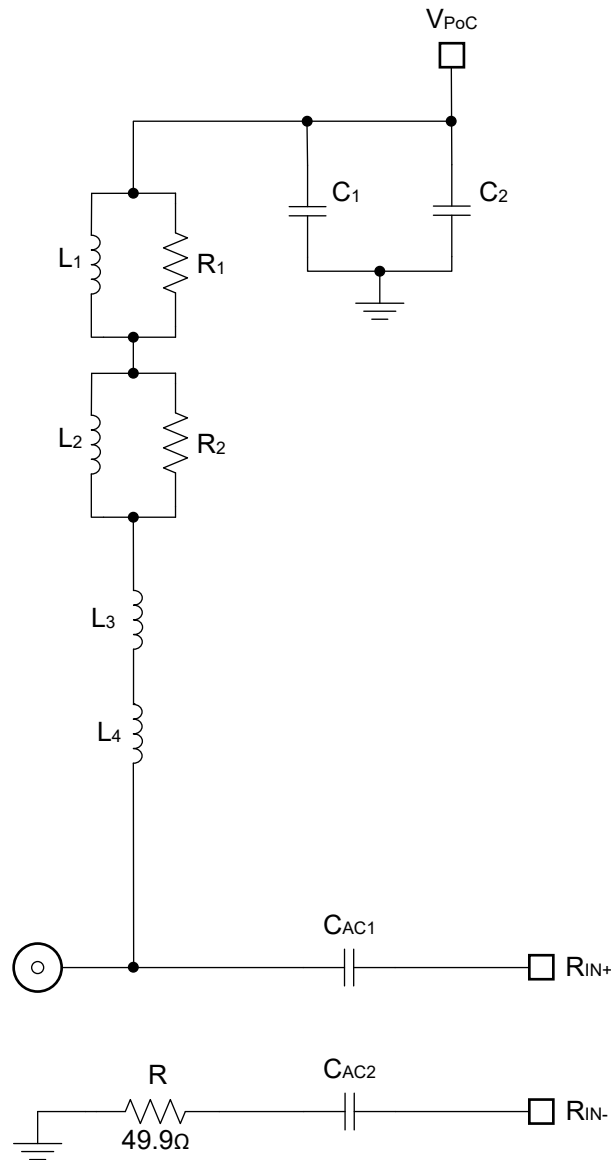


图 5-2. Murata PoC 网络 1 原理图

表 5-3. Murata PoC 网络 1 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 10 μ H	LQH3NPH100MME	MuRata
L2	电感器, 3.3 μ H	LQW32FT3R3	
L3	电感器, 120nH	LQW18CNR12	
L4			
R1	1.5k Ω		
R2	3k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.2.2 Murata 网络 2

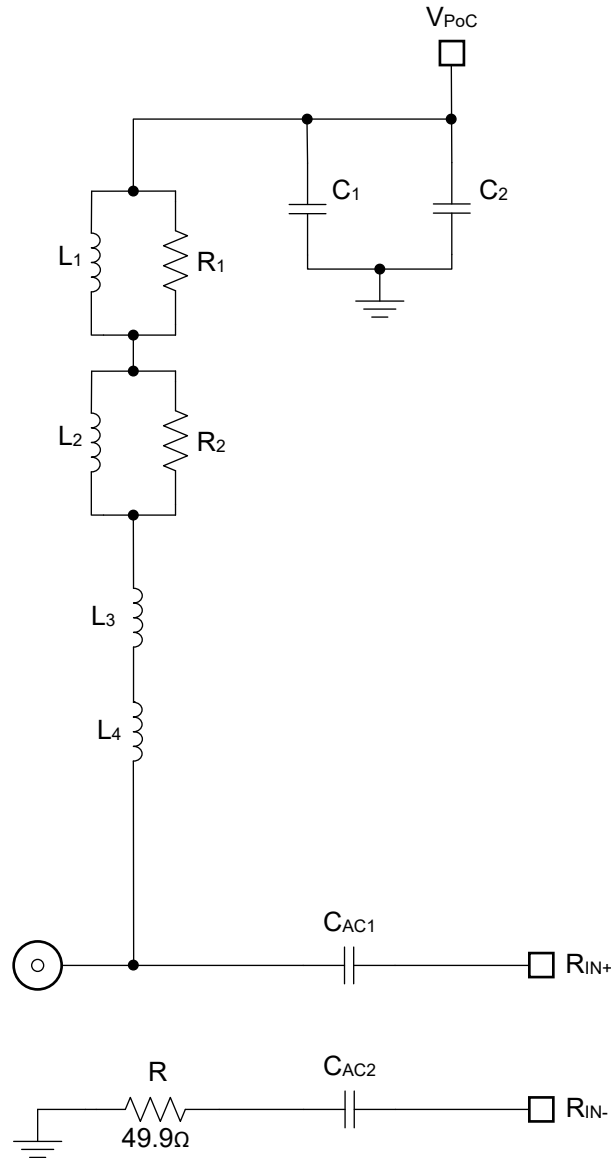


图 5-3. Murata PoC 网络 2 原理图

表 5-4. Murata PoC 网络 2 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 6.8 μ H	LQH3NPH6R8MME	MuRata
L2	电感器, 3.3 μ H	LQW32FT3R3	
L3	电感器, 120nH	LQW18CNR12	
L4			
R1	1.5k Ω		
R2	3k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.2.3 Murata 网络 3

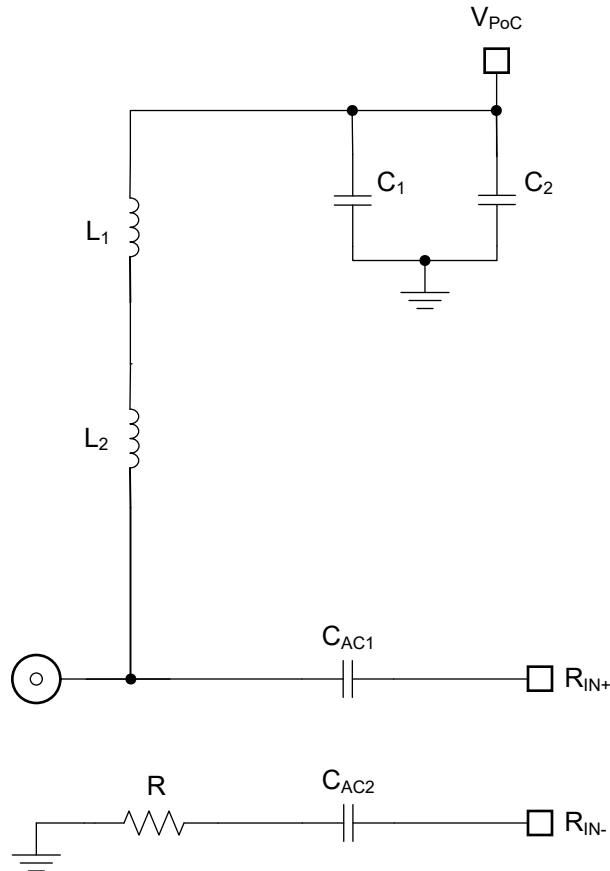


图 5-4. Murata PoC 网络 3 原理图

表 5-5. Murata PoC 网络 3 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 47 μ H	LQW32FT470	Murata
L2	电感器, 2 μ H	LQW21FT2R0	
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.3 TDK 网络

5.3.1 TDK 网络 1

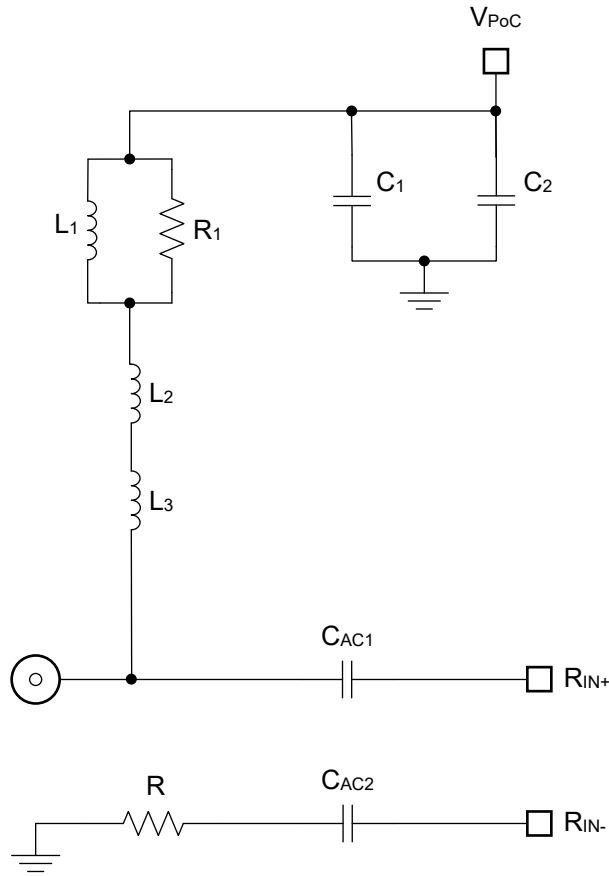


图 5-5. TDK PoC 网络 1 原理图

表 5-6. TDK PoC 网络 1 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 10 μ H	ADL3225VT-100M	TDK
L2	电感器, 1.5 μ H	ADL2012-1R5M	
L3			
R1	1.2k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.3.2 TDK 网络 2

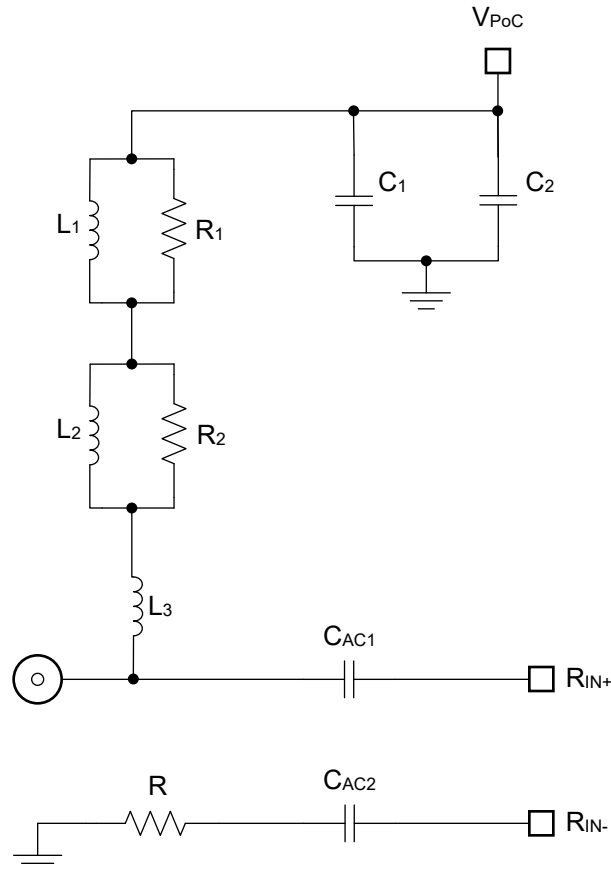


图 5-6. TDK PoC 网络 2 原理图

表 5-7. TDK PoC 网络 2 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 10 μ H	ADM32FSC-100M	TDK
L2	电感器, 1.5 μ H	ADL2012-1R5M	
L3			
R1	3k Ω		
R2	1.5k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.3.3 TDK 网络 3

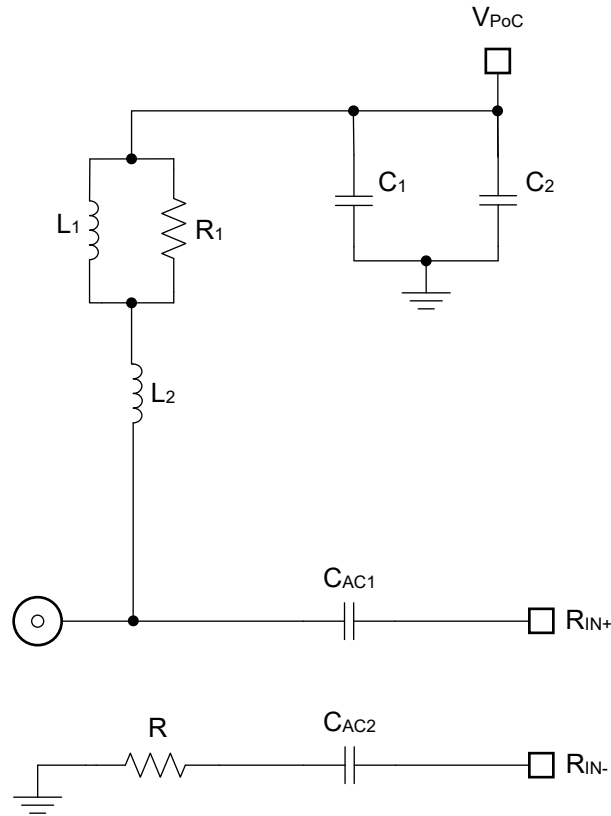


图 5-7. TDK PoC 网络 3 原理图

表 5-8. TDK PoC 网络 3 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 10 μ H	ADL3225VT-100M	TDK
L2	电感器, 2.2 μ H	ADL2012-2R2M	
R1	1.2k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.3.4 TDK 网络 4

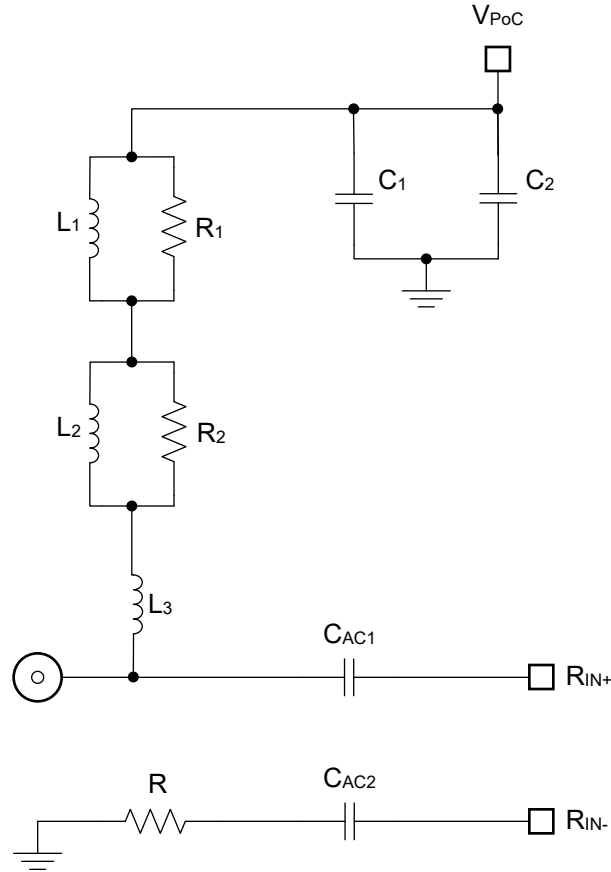


图 5-8. TDK PoC 网络 4 原理图

表 5-9. TDK PoC 网络 4 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 10 μ H	ADM45FDC-100M	TDK
L2	电感器, 2.2 μ H	ADL3225VM-2R2M	
L3			
R1	1k Ω		
R2			
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.3.5 TDK 网络 5

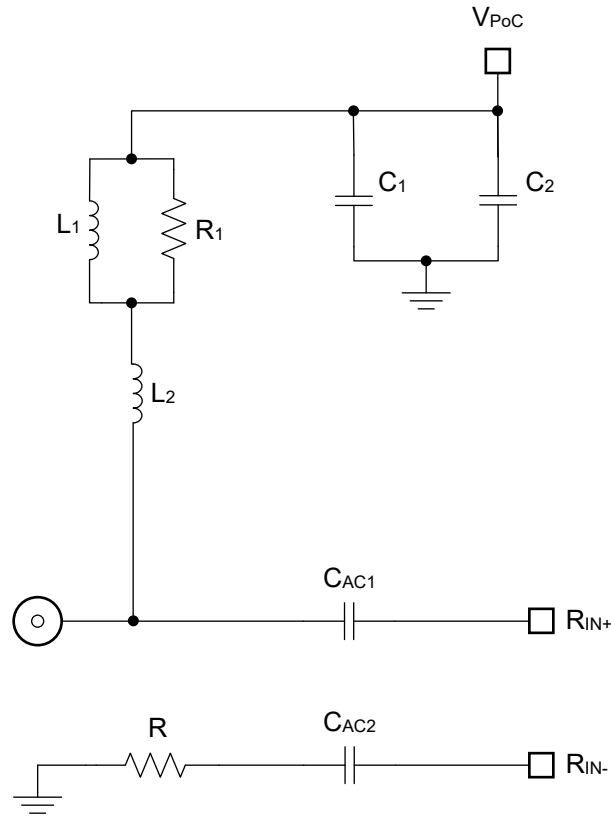


图 5-9. TDK PoC 网络 5 原理图

表 5-10. TDK PoC 网络 5 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 10 μ H	ADM32FSC-100M	TDK
L2	电感器, 2.2 μ H	ADL3225VM-2R2M	
R1	1k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.3.6 TDK 网络 6

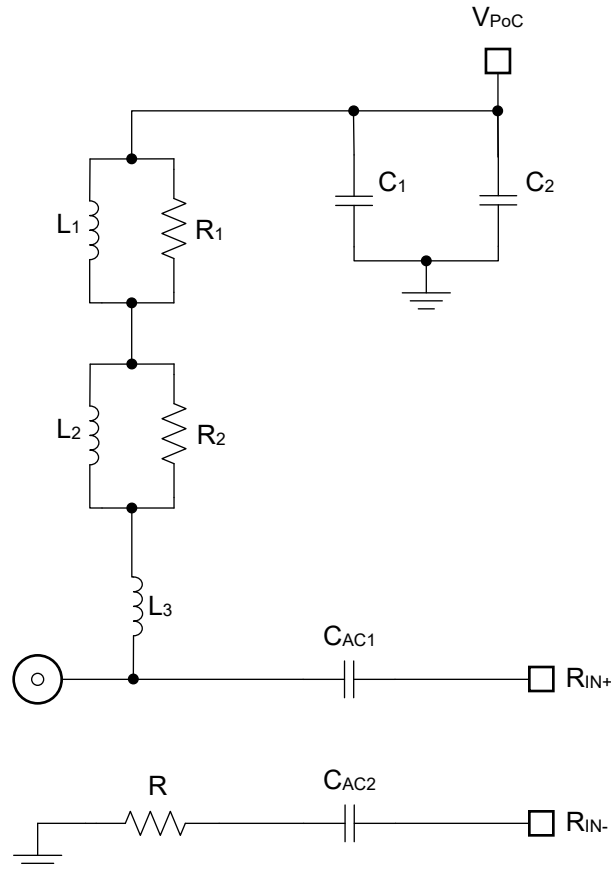


图 5-10. TDK PoC 网络 6 原理图

表 5-11. TDK PoC 网络 6 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 10 μ H	ADM32FSC-100M	TDK
L2	电感器, 2.2 μ H	ADL3225VM-2R2M	
L3			
R1	1k Ω		
R2			
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.3.7 TDK 网络 7

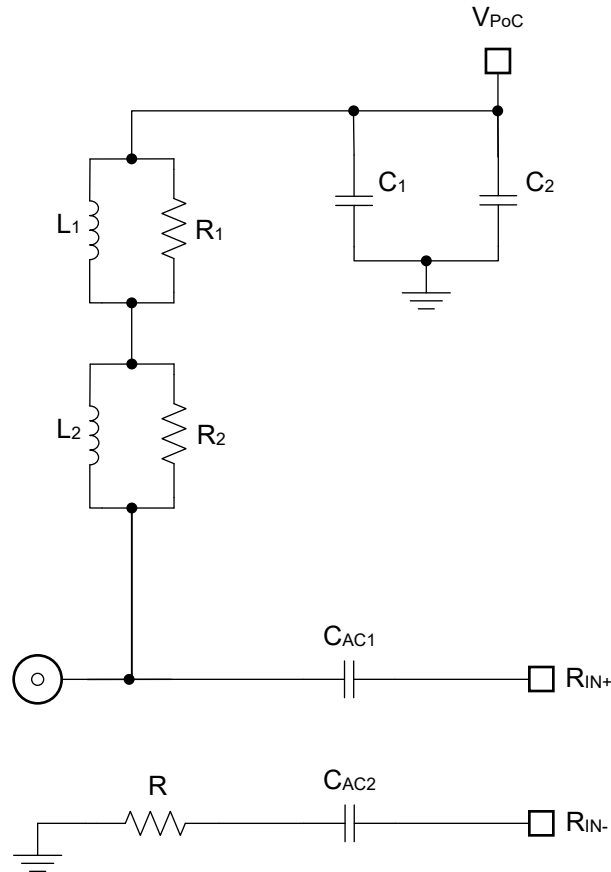


图 5-11. TDK PoC 网络 7 原理图

表 5-12. TDK PoC 网络 7 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 47 μ H	VLS3015CX-470M-H	TDK
L2	电感器, 2.2 μ H	ADL2012-2R2M	
R1	1k Ω		
R2	2k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.3.8 TDK 网络 8

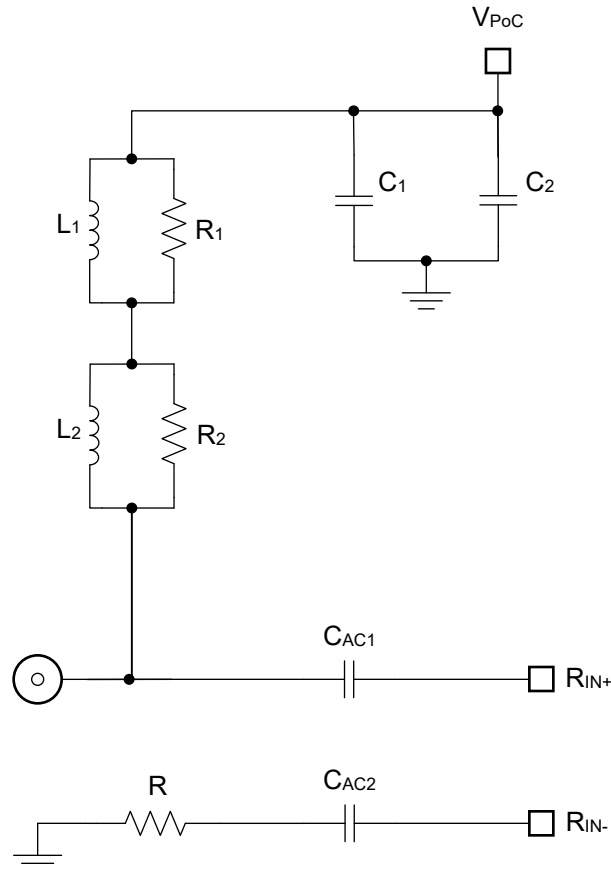


图 5-12. TDK PoC 网络 8 原理图

表 5-13. TDK PoC 网络 8 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 100 μ H	VLS5045EX-101M-H	TDK
L2	电感器, 2.2 μ H	ADL2012-2R2M	
R1	1k Ω		
R2	2k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.4 Coilcraft 网络

5.4.1 Coilcraft 网络 1

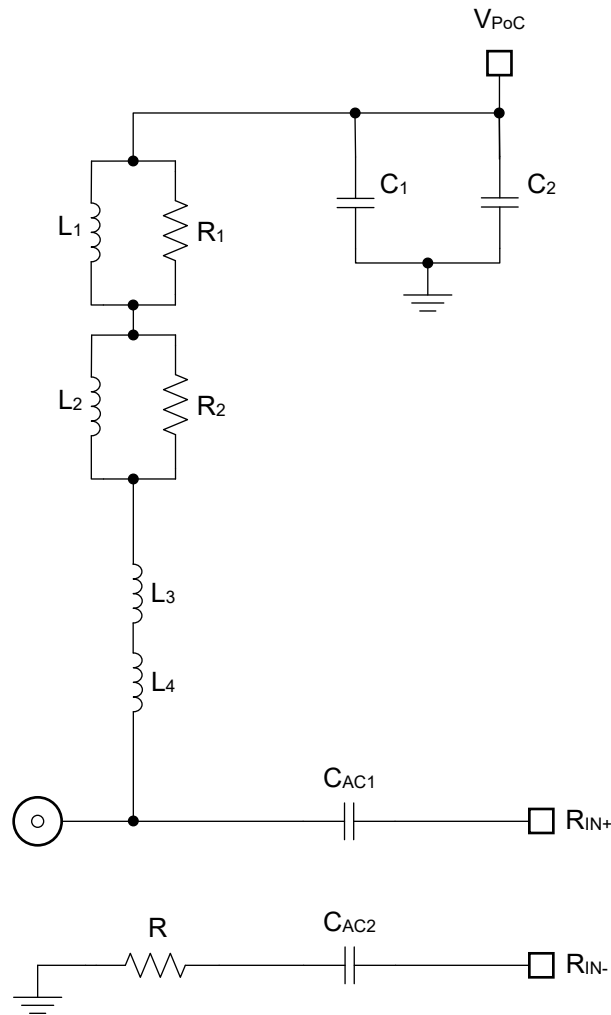


图 5-13. Coilcraft PoC 网络 1 原理图

表 5-14. Coilcraft PoC 网络 1 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 100 μ H	MSS5131H-104	Coilcraft
L2	电感器, 6.8 μ H	1210POC-682	
L3	电感器, 100nH	PFL1005-101	
L4			
R1	3k Ω		
R2	3.6k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.4.2 Coilcraft 网络 2

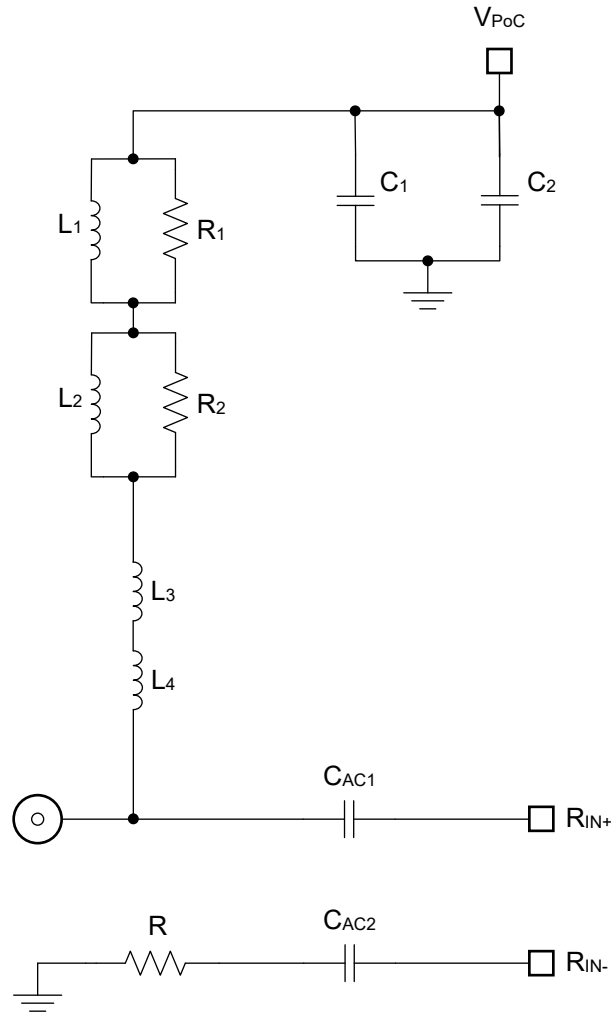


图 5-14. Coilcraft PoC 网络 2 原理图

表 5-15. Coilcraft PoC 网络 2 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 100 μ H	LPS4018-104	Coilcraft
L2	电感器, 6.8 μ H	1205POC-682	
L3	电感器, 180nH	PFL1005-181	
L4			
R1	2.61k Ω		
R2	3.6k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.4.3 Coilcraft 网络 3

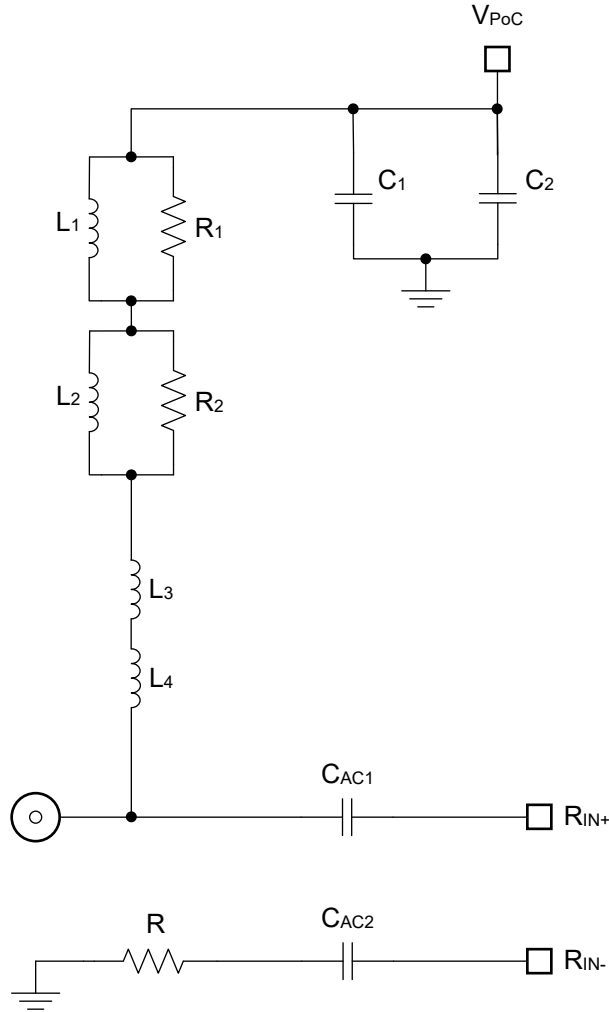


图 5-15. Coilcraft PoC 网络 3 原理图

表 5-16. Coilcraft PoC 网络 3 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 100 μ H	MSS1048T-104	Coilcraft
L2	电感器, 10 μ H	1812PS-103	
L3	电感器, 470nH	PFL2010-471	
L4	电感器, 150nH	0402DF-151	
R1	2.55k Ω		
R2	3k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

5.4.4 Coilcraft 网络 4

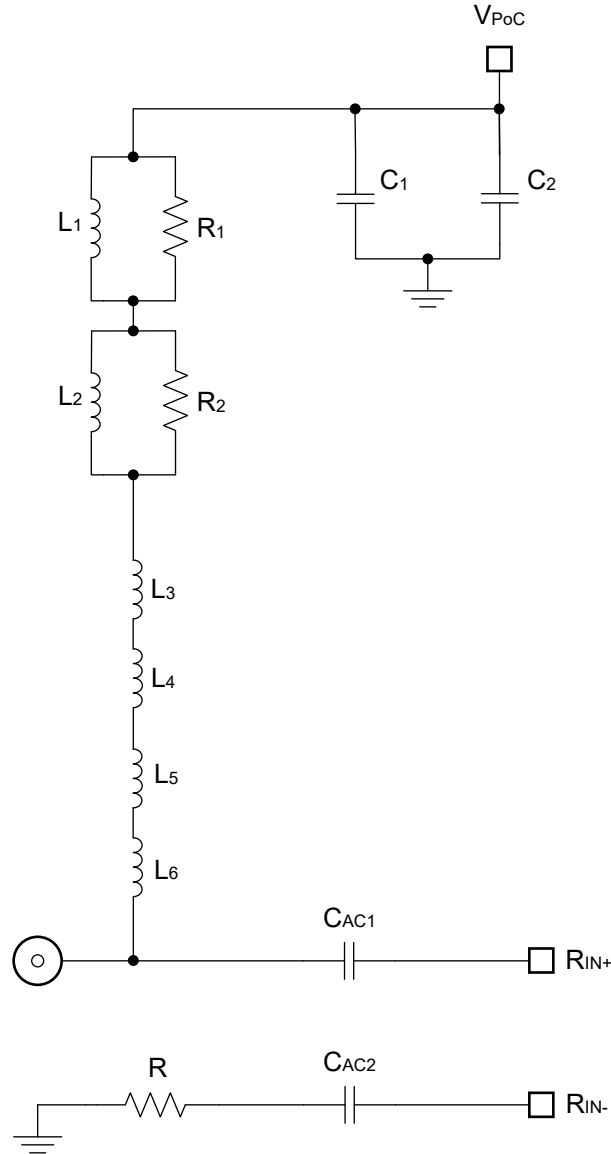


图 5-16. Coilcraft PoC 网络 4 原理图

表 5-17. Coilcraft PoC 网络 4 元件

标志符	说明	器件型号	供应商
L1	电感器, 100 μ H	MSS1048T-104	Coilcraft
L2	电感器, 22 μ H	MSS6132T-223	
L3	电感器, 5.6 μ H	1812PS-562	
L4	电感器, 470nH	PFL2010-471	
L5	电感器, 20nH	0402DF-200	
L6			
R1	3k Ω		
R2	2k Ω		
C1	100nF		
C2	>10 μ F		

6 总结

可以在 ADAS 系统中利用 PoC 网络将来自解串器板的电源输送到串行器板和摄像头，无需单独的电源线。尽管 PoC 网络简化了整体系统架构，但必须仔细考虑所选的元件和网络设计。必须验证实现了 PoC 网络的系统是否满足 TI 的通道规格和噪声要求。此外，必须适当设计 PoC 网络，以正确地对系统的整个 FPD-Link 工作频率范围进行滤波，同时满足系统的所有功耗要求和各个元件的额定温度。在选择要在 FPD-Link 系统中实现的 PoC 网络时必须考虑这些因素，以在所有运行条件下提供可靠的通信。

7 参考文献

- 德州仪器 (TI), [DS90UB960-Q1 具有两个 MIPI CSI-2 端口的四路 4.16Gbps FPD-Link III 解串器集线器](#), 数据表。
- 德州仪器 (TI), [DS90UB934-Q1 适用于 1MP/60fps 和 2MP/30fps 摄像头的 12 位、100MHz FPD-Link III 解串器](#), 数据表。
- 德州仪器 (TI), [FPD-Link 学习中心](#)。
- 德州仪器 (TI), [采用 YUV422、FPD-Link III 和 4V 至 36V 同轴电缆供电的汽车 1MP 摄像头模块参考设计](#), 设计指南。
- 德州仪器 (TI), [采用 MIPI CSI-2 视频接口、FPD-Link III 和 POC 的汽车 2MP 摄像头模块参考设计](#), 设计指南。
- 德州仪器 (TI), [采用 POL PMIC、FPD-Link III、监控器和 POC 的汽车 2.6MP 摄像头模块参考设计](#), 设计指南。
- 德州仪器 (TI), [采用 PMIC 和 FPD-Link III 的汽车 8.3MP POC 摄像头模块参考设计](#), 设计指南。

8 修订历史记录

Changes from Revision * (June 2014) to Revision A (January 2024)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 更新了文档以反映所有 FPD-Link III 器件的最新 PoC 建议和要求.....	2
• 添加了 电容器特性 部分.....	5
• 添加了 铁氧体磁珠特性 部分.....	5
• 添加了 布局注意事项 部分.....	6
• 添加了 通道要求 部分.....	7
• 添加了 噪声要求 部分.....	9
• 添加了其他建议的 PoC 网络示例原理图.....	12

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