



Abdulraheem Killedar

摘要

本应用报告讨论了电源纹波、噪声规格和参考解决方案，并介绍了其权衡方案——一种基于 LC 滤波器的低成本解决方案。

内容

1 简介.....	2
2 电源纹波和噪声规格.....	2
3 参考解决方案.....	4
4 低成本 LC 滤波器解决方案.....	5
4.1 LDO 和 LC 滤波器方案比较.....	5
4.2 系统测试.....	8
5 总结.....	18

插图清单

图 3-1. 具有 LDO 的电源管理方案.....	4
图 3-2. 参考原理图.....	4
图 4-1. 具有 LC 滤波器的电源管理方案.....	5
图 4-2. LDO 方案截屏, Rx 增益 48dB.....	9
图 4-3. LDO 方案截屏, Rx 增益 30dB.....	10
图 4-4. LC 滤波器方案截屏, Rx 增益 48dB.....	11
图 4-5. LC 滤波器方案截屏, Rx 增益 30dB.....	12
图 4-6. LDO 方案 - 杂散电平.....	14
图 4-7. LDO 方案 - Tx 关闭的本底噪声.....	15
图 4-8. LC 滤波器方案 - 杂散电平.....	16
图 4-9. LC 滤波器方案 - Tx 关闭的本底噪声.....	17

表格清单

表 2-1. XWR1xx 电源纹波 (μVrms).....	2
表 2-2. XWR1xx 噪声频谱密度 ($\mu\text{Vrms/RtHz}$).....	2
表 2-3. XWR1xxx 电源纹波 (μVrms).....	3
表 2-4. XWR1xxx 噪声频谱密度 ($\mu\text{Vrms/RtHz}$).....	3
表 4-1. 推荐的铁氧体磁珠组件.....	5
表 4-2. 传感器配置.....	5
表 4-3. 具有 TX 到 RX 波导环回的杂散/噪声电平测量.....	6
表 4-4. 电压瞬变行为.....	7
表 4-5. 传感器配置.....	8
表 4-6. Rx 增益分别为 30 和 48 时 LDO 和 LC 滤波器方案的 SNR 比较.....	13

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

XWR1xx 是德州仪器 (TI) 采用 RFCMOS 技术的毫米波雷达传感器器件系列，适用于汽车和工业应用。这些器件由四个电压轨供电，分别为 3.3V、1.2V、1.8V 和 1.0V 电压轨。

本文档的内容适用于以下毫米波器件：

- xWR1xxx/xWR2xxx
- xWR6xxx

2 电源纹波和噪声规格

在上述四个电源轨中，1.0V 和 1.8V 电源对电源纹波和噪声很敏感，因为这些电源为器件中的关键模块供电，如 PLL、基带 ADC、合成器等。有关电源轨及其在器件中所提供的逻辑的更多详细信息，请参阅器件特定数据表。[表 2-1](#) 和 [表 2-2](#) 提供 1.0V 电源的纹波和噪声规格。

表 2-1. XWR1xx 电源纹波 (μVrms)

SI 编号	频率 (kHz)	XWR1xx 电源纹波 (μVrms)
1	17.1875	
2	34.375	
3	68.75	
4	137.5	
5	275	
6	550	
7	1100	
8	2200	
9	4400	35.48133892
10	6600	

表 2-2. XWR1xx 噪声频谱密度 (μVrms/RtHz)

SI 编号	频率 (kHz)	XWR1xx 噪声频谱密度 (μVrms/RtHz)
1	17.1875	0.01
2	34.375	0.01
3	68.75	0.01
4	137.5	0.015
5	275	0.02
6	550	0.02
7	1100	0.009
8	2200	0.002
9	4400	0.05
10	6600	0.002

表 2-3 和表 2-4 提供 1.8V 电源的纹波和噪声规格。

表 2-3. XWR1xxx 电源纹波 (μVrms)

SI 编号	频率 (kHz)	XWR1xxx 电源纹波 (μVrms)
1	17.1875	
2	34.375	
3	68.75	
4	137.5	
5	275	
6	550	
7	1100	
8	2200	
9	4400	35.48133892
10	6600	

表 2-4. XWR1xxx 噪声频谱密度 ($\mu\text{Vrms/RtHz}$)

SI 编号	频率 (kHz)	XWR1xxx 噪声频谱密度 ($\mu\text{Vrms/RtHz}$)
1	17.1875	0.08
2	34.375	0.07
3	68.75	0.07
4	137.5	0.07
5	275	0.07
6	550	0.07
7	1100	0.07
8	2200	0.07
9	4400	0.07
10	6600	0.07

3 参考解决方案

如图 3-1 所示，TI 推荐具有 PMIC 和 LDO 的参考解决方案，该解决方案也用于 XWR1xxx EVM，并符合上述规格。XWR1xx 器件将在 H5、G5、J5、D2 和 C2 引脚上提供 1.0V 电压。需要使用来自主机的内部集成电路 (I2C) 接口为降压输出重新配置 PMIC，如图 3-1 所示。最初在上电期间，降压输出将为 3.3V、1.2V、1.3V 和 2.1V。通过 I2C 接口，降压输出需要在 XWR1xx 的 nRESET 释放之前重新配置，如图 3-1 所示。

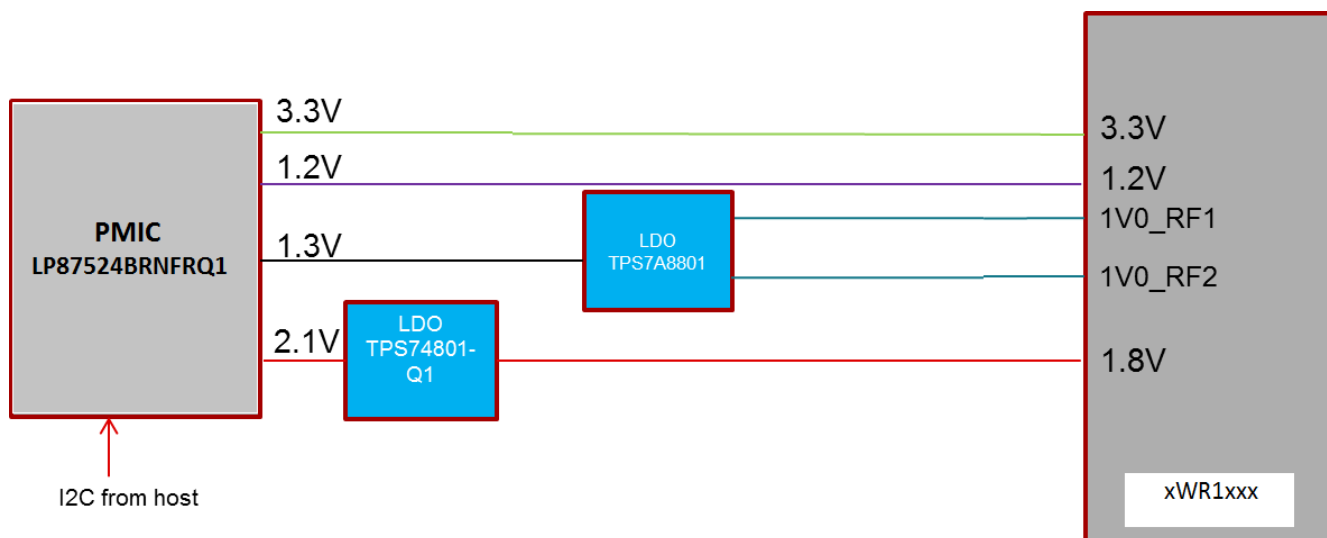


图 3-1. 具有 LDO 的电源管理方案

上述参考解决方案由开关频率为 4MHz 的 LP87524BRNFRQ1 PMIC 组成，以便在雷达数据后处理期间可以轻松滤除基波和谐波。参考原理图如图 3-2 所示。

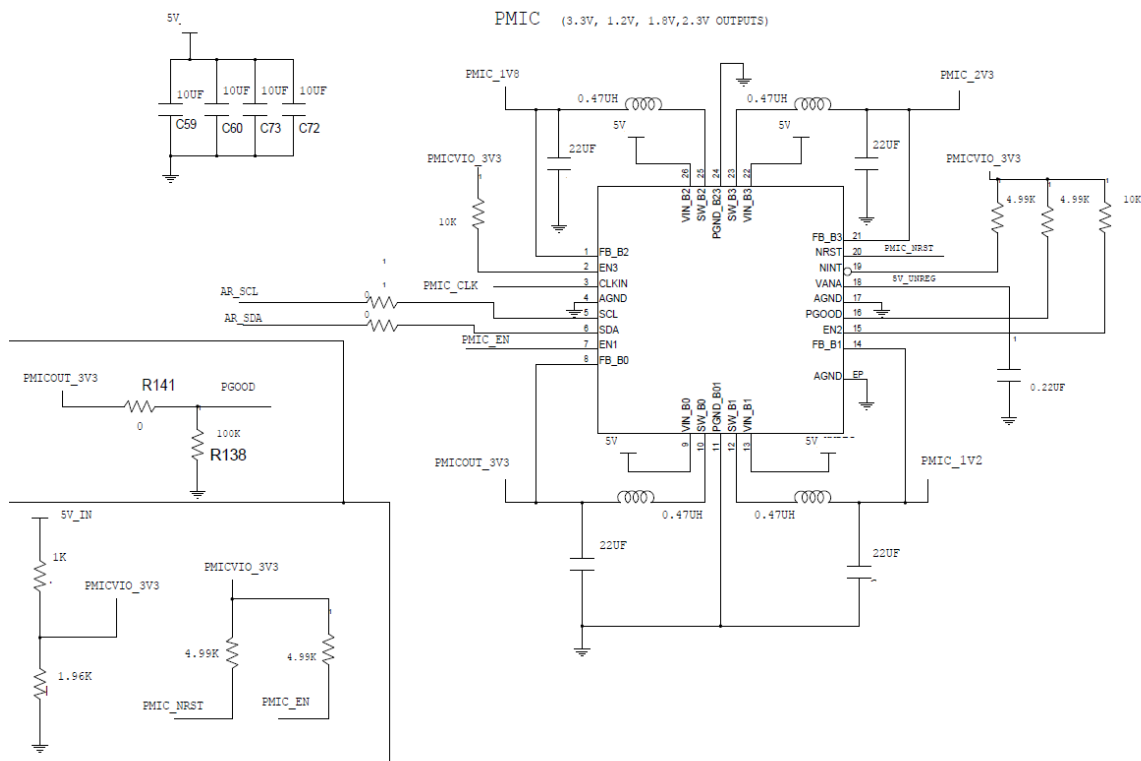


图 3-2. 参考原理图

4 低成本 LC 滤波器解决方案

对于成本敏感的用例，可以使用基于低成本 LC 滤波器（铁氧体磁珠和器件去耦电容器）的解决方案，这将有效地替代 1.8V 和 1.0V 轨上的 LDO，从而在性能和系统层面作出恰当权衡。

图 4-1 展示了电源管理方案。

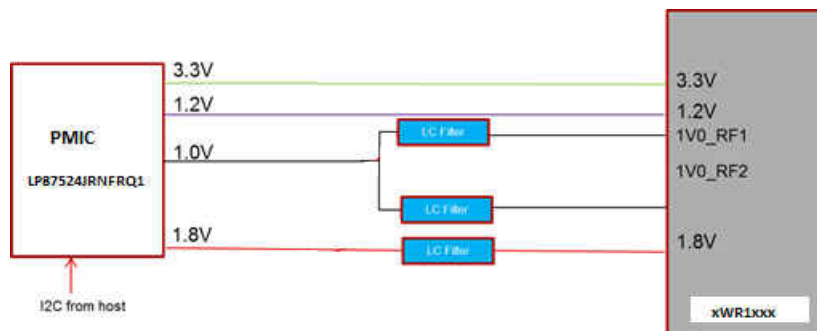


图 4-1. 具有 LC 滤波器的电源管理方案

NOTE

如上所示，LC 滤波器中的电容器是器件去耦电容器。

推荐的铁氧体磁珠组件如表 4-1 所示。

表 4-1. 推荐的铁氧体磁珠组件

LC 滤波器	电感器值 (μH)	直流电阻 (mΩ)	阻抗@ 100MHz (Ω)	尺寸 (英尺)	关于 1V/1.8V 轨去耦电容的极点频率 (KHz)	直流电流 (A)	滤波器提供的理论抑制 (dB)	制造商器件型号
铁氧体磁珠	0.1909	25	120	0603	113.9	3	64	BLM18KG121 TH1

4.1 LDO 和 LC 滤波器方案比较

4.1.1 波导环回测试

分别使用 10 μs 和 100 μs 的空闲时间和以下线性调频脉冲配置，对两个连续的线性调频脉冲进行了分析。

表 4-2 提供了用于以下测试的传感器配置。

表 4-2. 传感器配置

参数	值
起始频率 (GHz)	77
频率斜率 (MHz)	35.003
Tx 开始时间 (μs)	0
ADC 开始时间 (μs)	5
ADC 样片	1024
采样率 (kbps)	10000
斜坡结束时间 (μs)	110
Rx 增益	33

4.1.2 杂散/本底噪声电平

表 4-3 所示的测量是通过 TX 到 RX 环回完成的，其中 Tx Back-Off 等于 0，复合 Rx 增益等于 33dB。

表 4-3. 具有 TX 到 RX 波导环回的杂散/噪声电平测量

PM 方案	ADC 输出处 (dBFS/Hz) 的 闲置通道本底噪声 (仅 Rx)	ADC 输出处 (dBFS) PMIC 纹波频率杂散 (4.05M 至 4.17M) 的振幅电平 (dB)	(Tx+Rx) SNR dBc/Hz	ADC 输出处 (dBFS) PMIC 纹波频率杂散 (4.05M 至 4.17M) 的振幅电平 (dB)
	附加 (仅 Rx1)		环回 (Tx2-Rx1)	
LDO 方案	- 138.80	未出现	- 118.74	未出现 (小于本底噪声)
LC 滤波器方案	- 138.27	未出现	- 120.6	- 104

4.1.3 电压瞬变行为

表 4-4. 电压瞬变行为

PM 方案	XWR1xx 电源轨	线性调频脉冲 1 上的电压设置参数				线性调频脉冲 2 上的电压设置参数				XWR1642 轨输入端的 稳态直流值 (mV)	计算得出的 IR 压降 (mV) (稳态直流和实际输入电压 之间的差值)
		下冲电压 (mV)		下冲周期 (μs)		下冲电压 (mV)		下冲周期 (μs)			
	空闲时间 (μs)	10	100	10	100	10	100	10	100	10	10/100
LDO	RF1_1V0	55.6	79.0	4.4	6.7	67.0	214.5	5.0	10.0	982.0	17
	RF2_1V0	33.9	34.6	7.2	11.1	42.0	208.3	5.6	12.2	982.0	17
	CLK_1V8	20.0	20.0	1.6	2.5	24.0	20.0	2.4	2.6	1760.0	35
LC 滤波器	RF1_1V0	59.0	51.2	6.2	6.1	59.0	51.2	4.4	5.0	949.5	49.5
	RF2_1V0	44.1	47.0	5.9	5.5	44.1	41.1	4.3	5.7	944.6	54.4
	CLK_1V8	30.5	17.9	3.1	4.0	30.5	17.9	3.5	3.5	1737.0	58

4.2 系统测试

4.2.1 传感器配置

表 4-5. 传感器配置

参数	值	说明
起始频率 (GHz)	77	
频率斜率 (MHz)	68.65	
Tx 开始时间 (μs)	0	
ADC 开始时间 (μs)	5.99	
空闲时间 (μs)	12	空闲时间加上 Tx 开始时间大于 10 μs 时，启用线性调频脉冲间省电模式
ADC 样片	256	
采样率 (kbps)	5000	
斜坡结束时间	58.22	
Rx 增益	48	

4.2.2 静态物体系统测试

该测试对距离传感器大约 1m 处的物体进行检测。LDO 和 LC 滤波器方案的两种截图如下所示。如下图所示，未检测到信号功率的大幅下降。

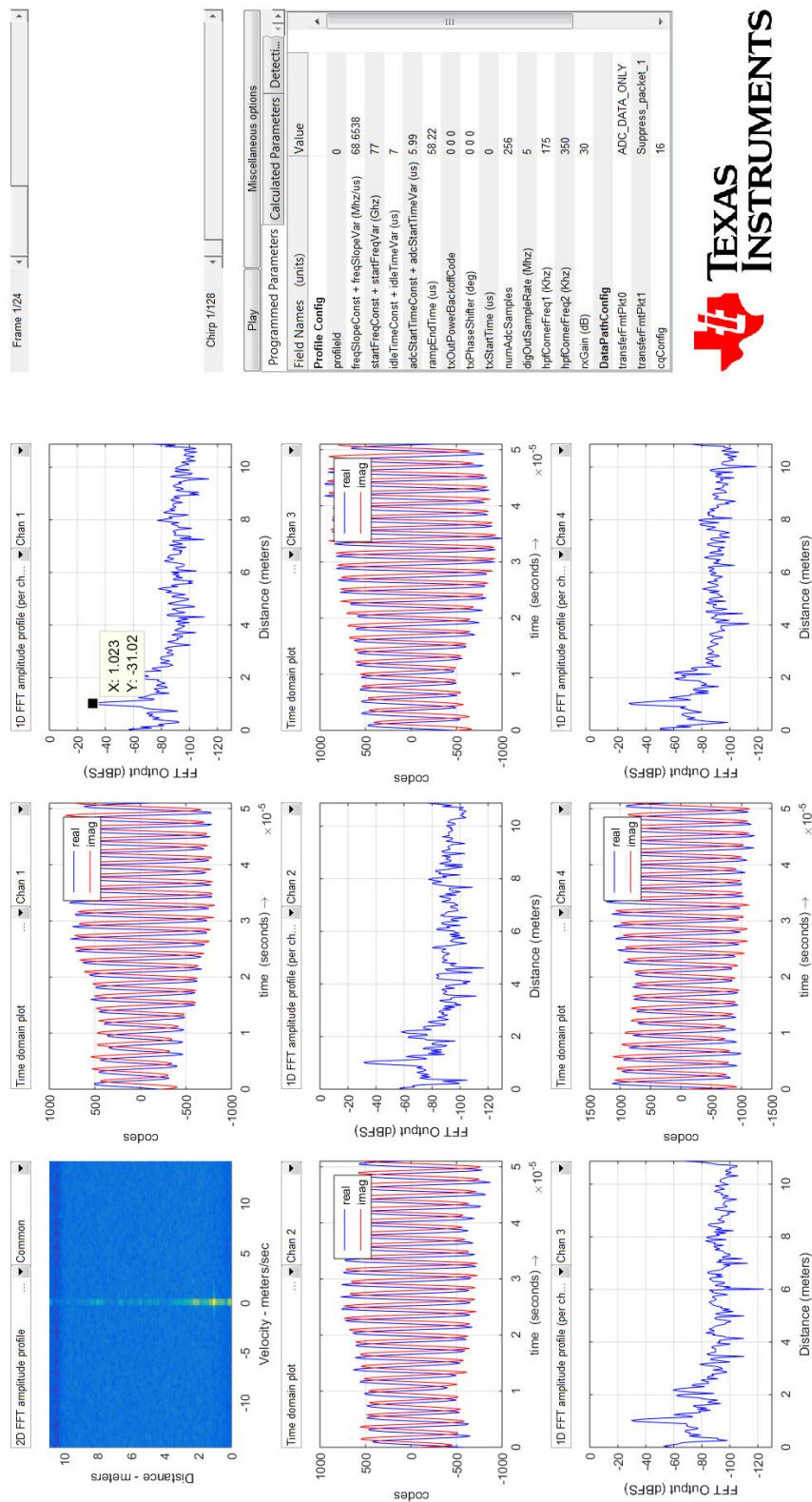


图 4-2. LDO 方案截屏，Rx 增益 48dB

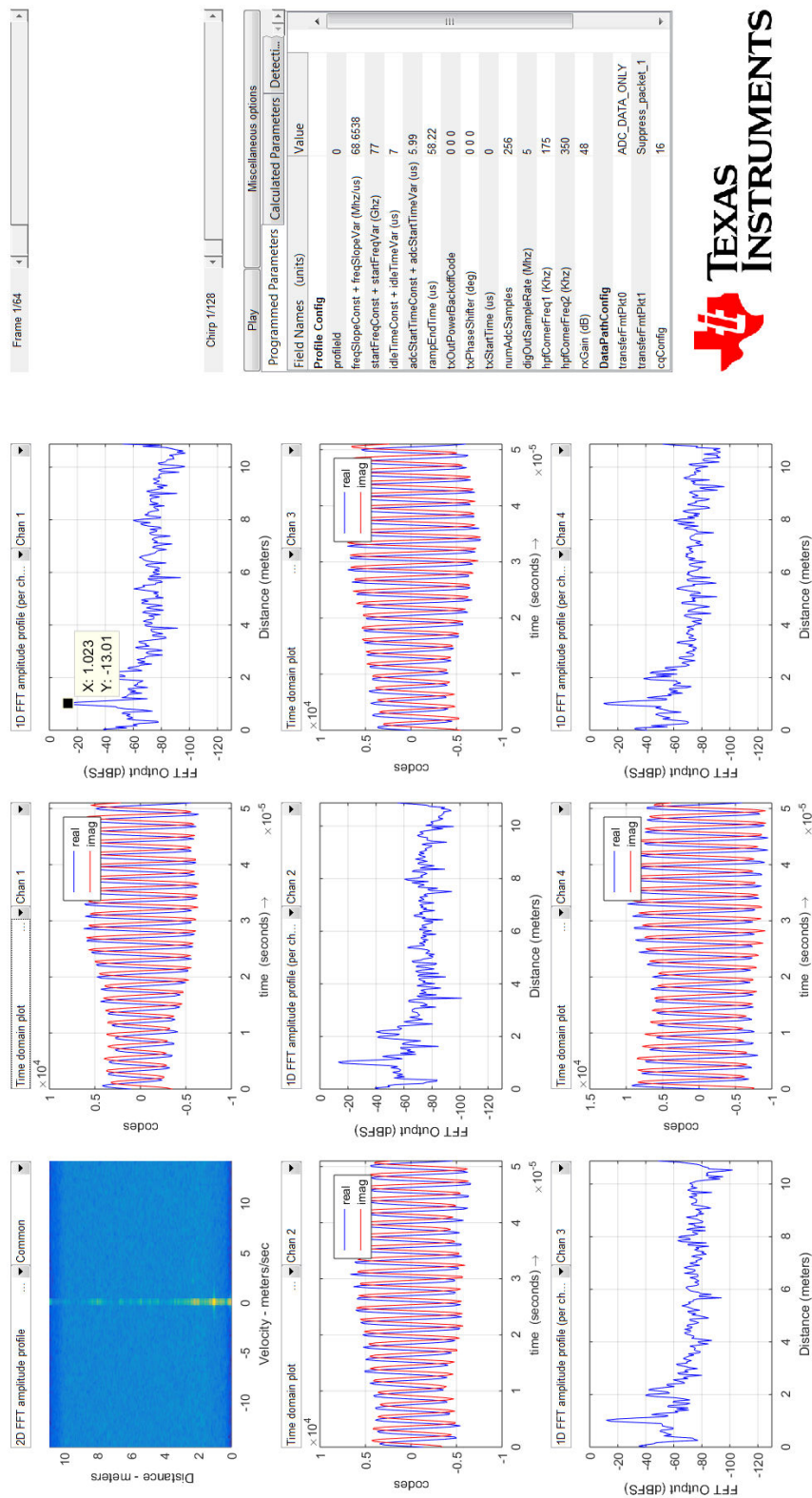


图 4-3. LDO 方案截屏，Rx 增益 30dB

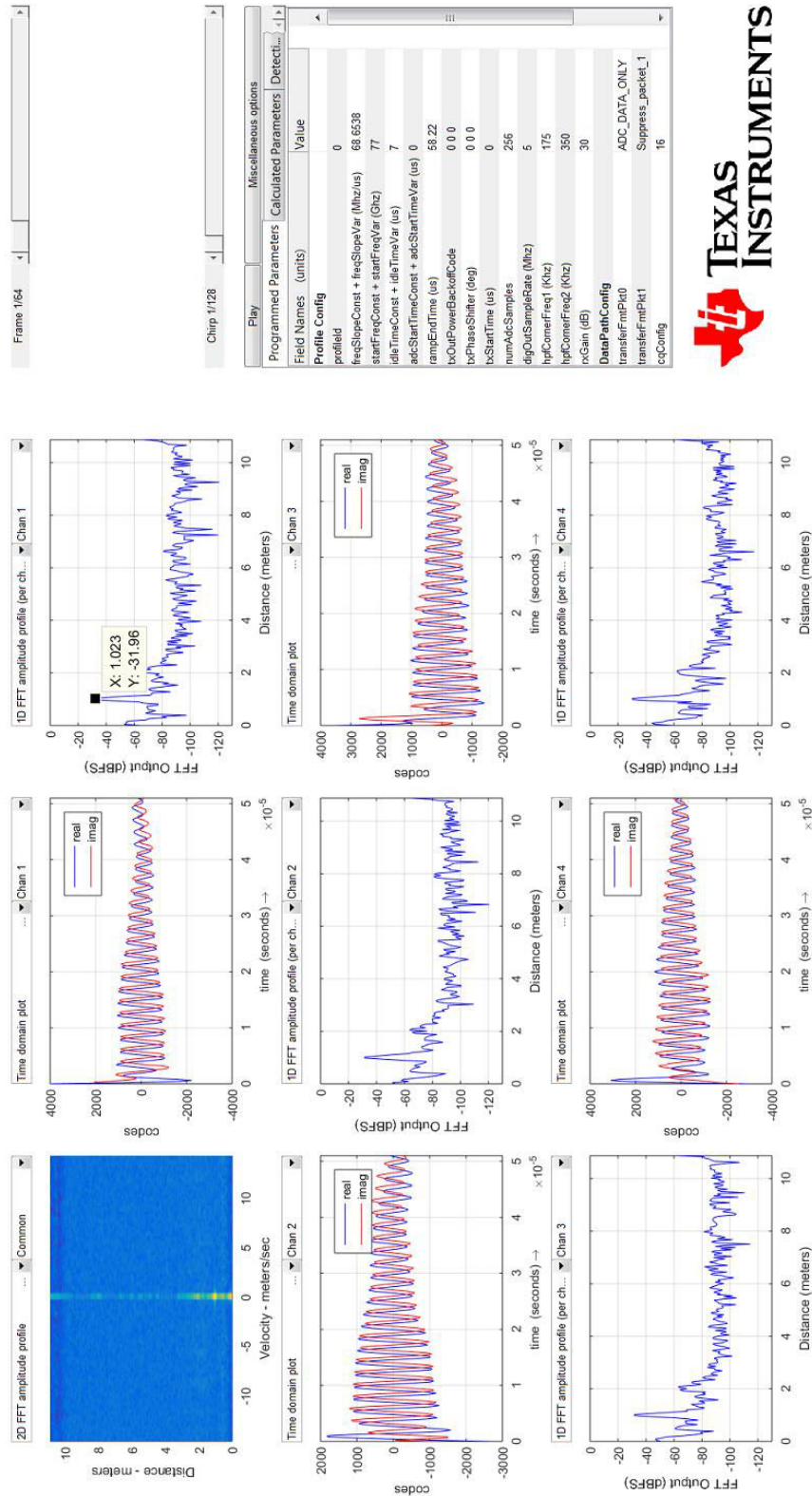


图 4-4. LC 滤波器方案截屏，Rx 增益 48dB

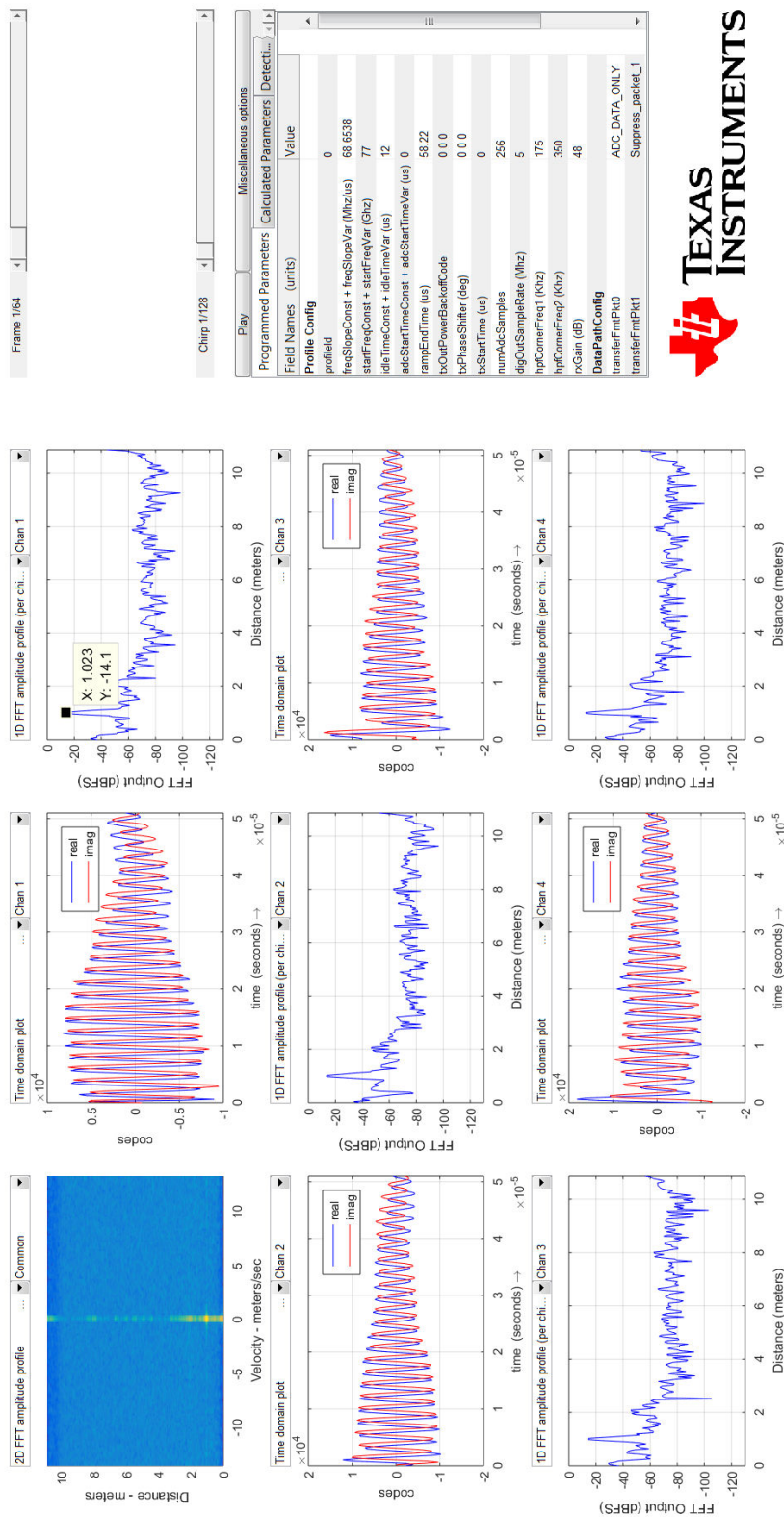


图 4-5. LC 滤波器方案截屏，Rx 增益 30dB

表 4-6. Rx 增益分别为 30 和 48 时 LDO 和 LC 滤波器方案的 SNR 比较

PM 方案	Rx 增益 (dB)	SNR (dB) - RBW 152.6Hz
LDO	30	81.93
	48	83.9
LC 滤波器	30	79.6
	48	81.9

4.2.3 杂散/本底噪声电平

对于杂散电平测量，发送 77GHz 的连续音调，并使用 524288 个样本分析接收到的信号，从而确定在大约 4MHz 处是否存在 PMIC 开关频率杂散。Rx 增益设置为 48dB，并观察到 PMIC 杂散电平跟踪 Rx 增益。

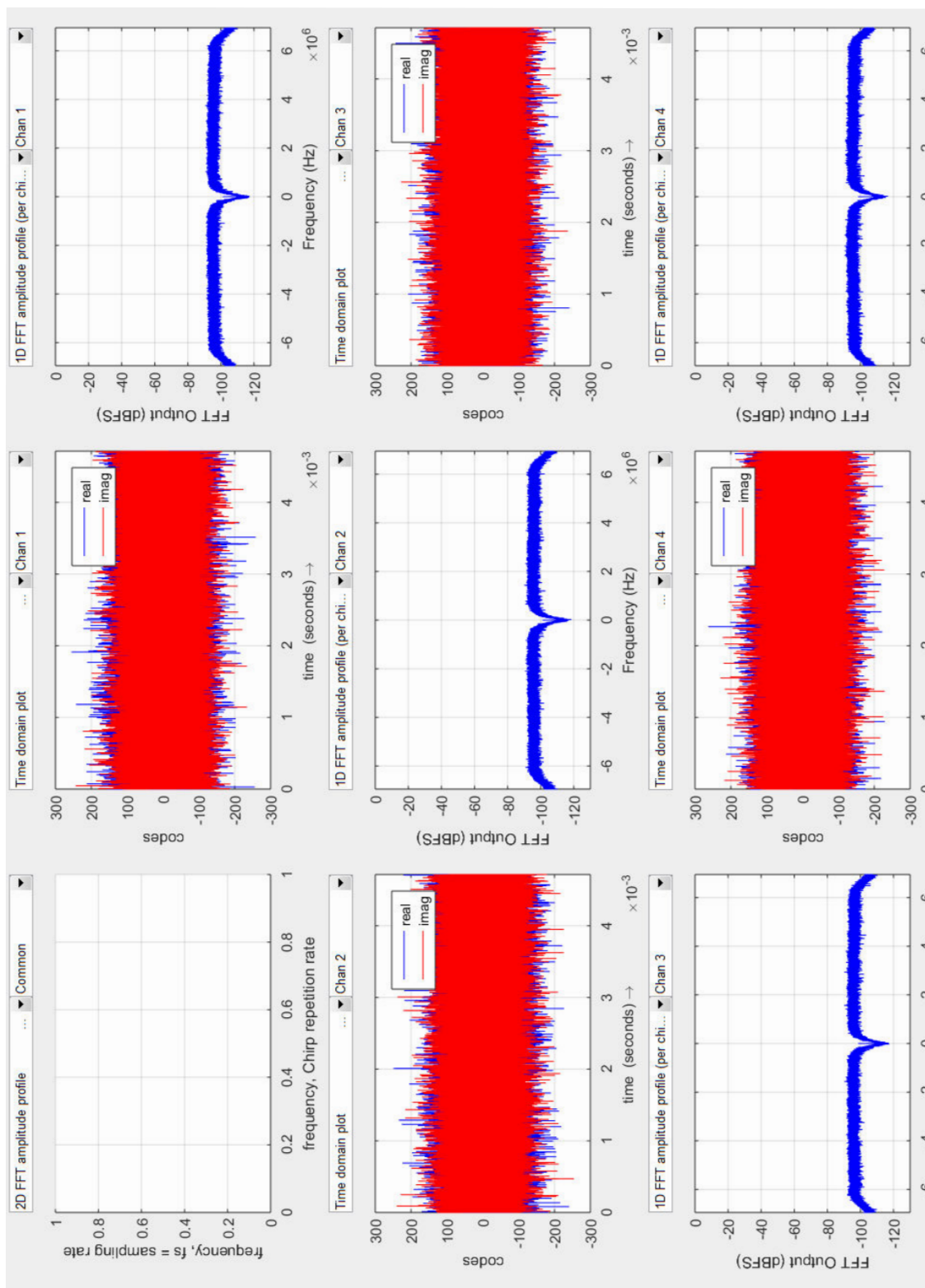


图 4-6. LDO 方案 - 杂散电平

NOTE

未看到 PMIC 开关频率 (大约 4MHz) 杂散。

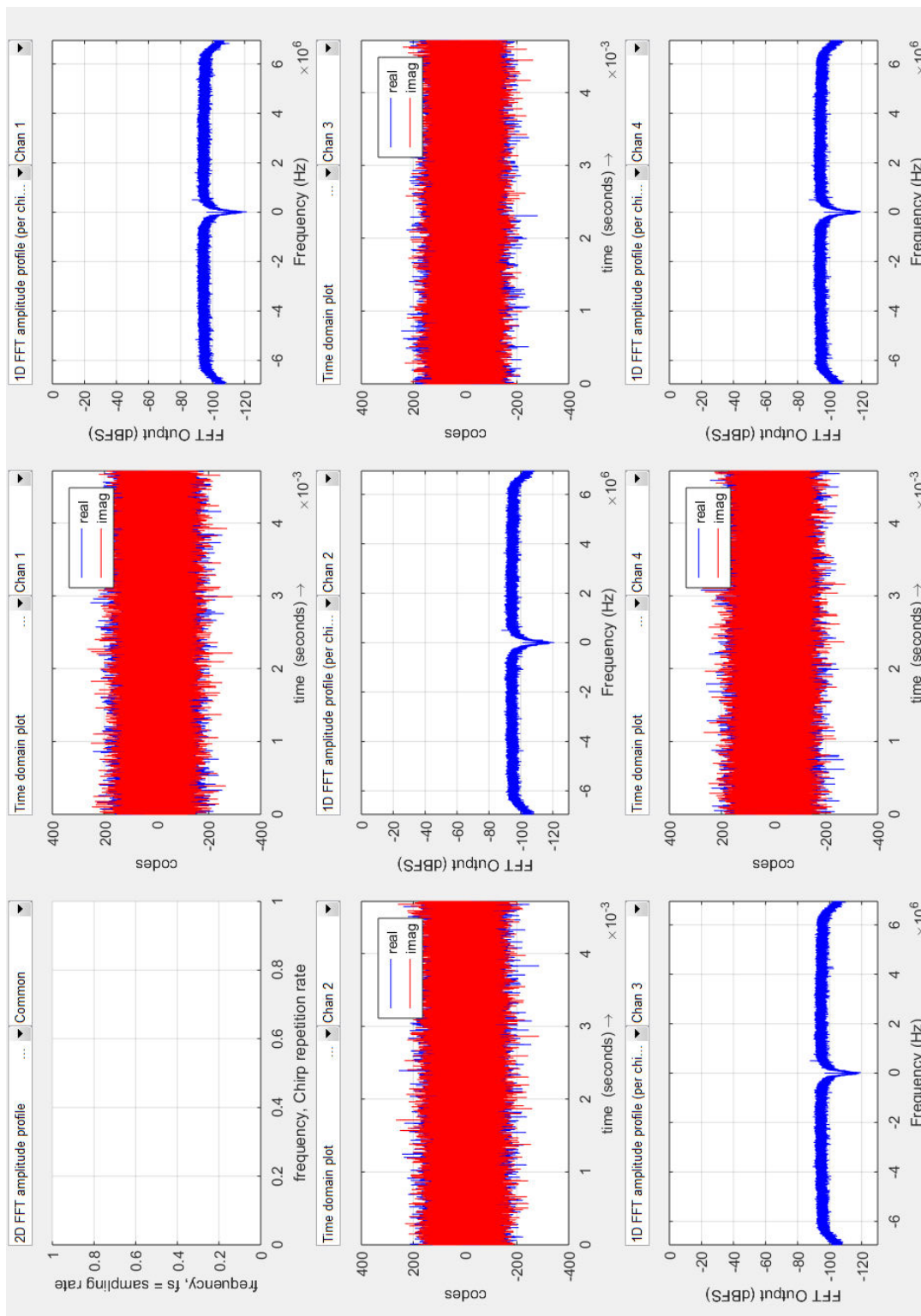


图 4-7. LDO 方案 - Tx 关闭的本底噪声

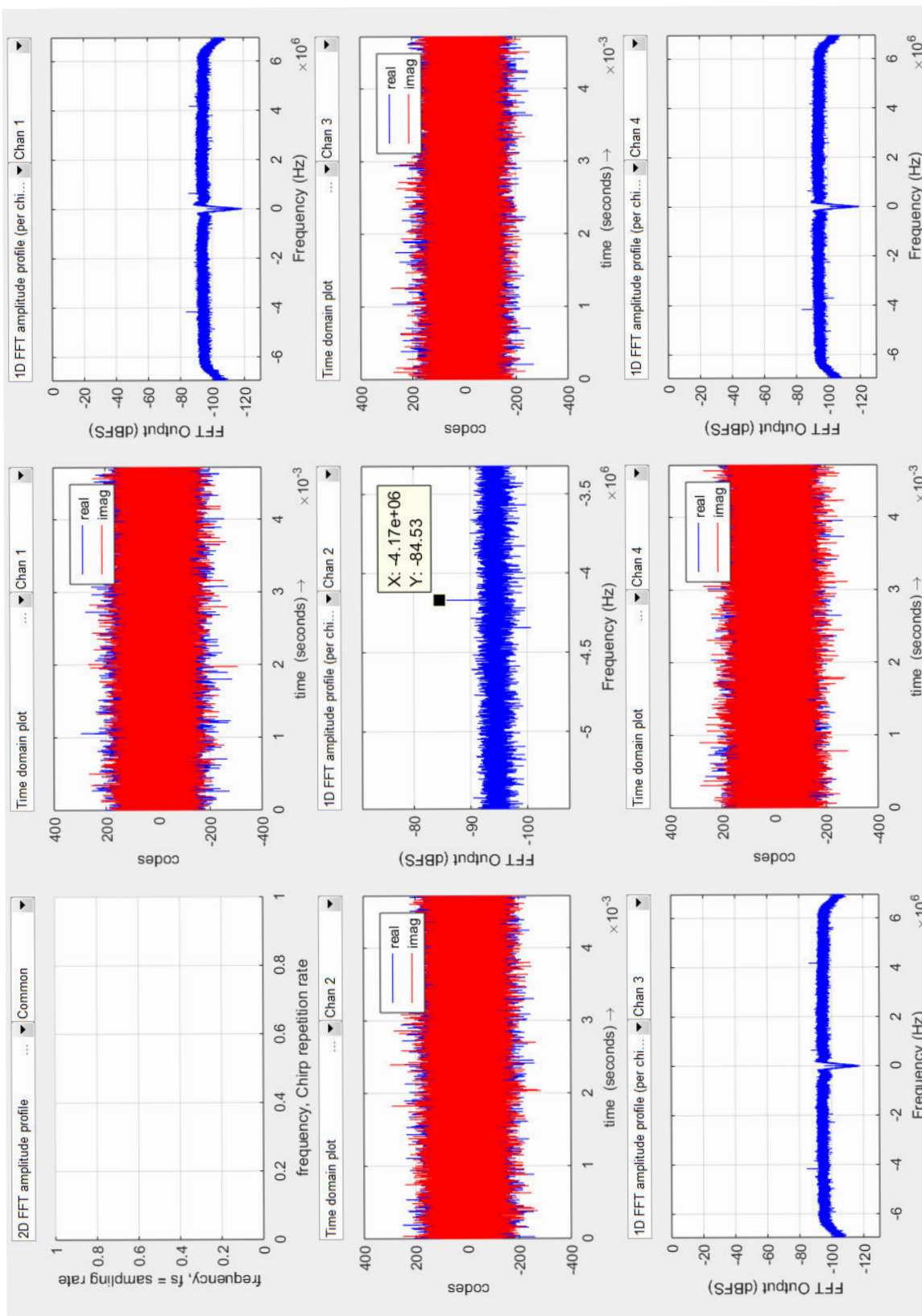


图 4-8. LC 滤波器方案 - 杂散电平

NOTE

在 Rx 增益为 48dB 时，在 -84.53dBFS 处观察到 PMIC 杂散。

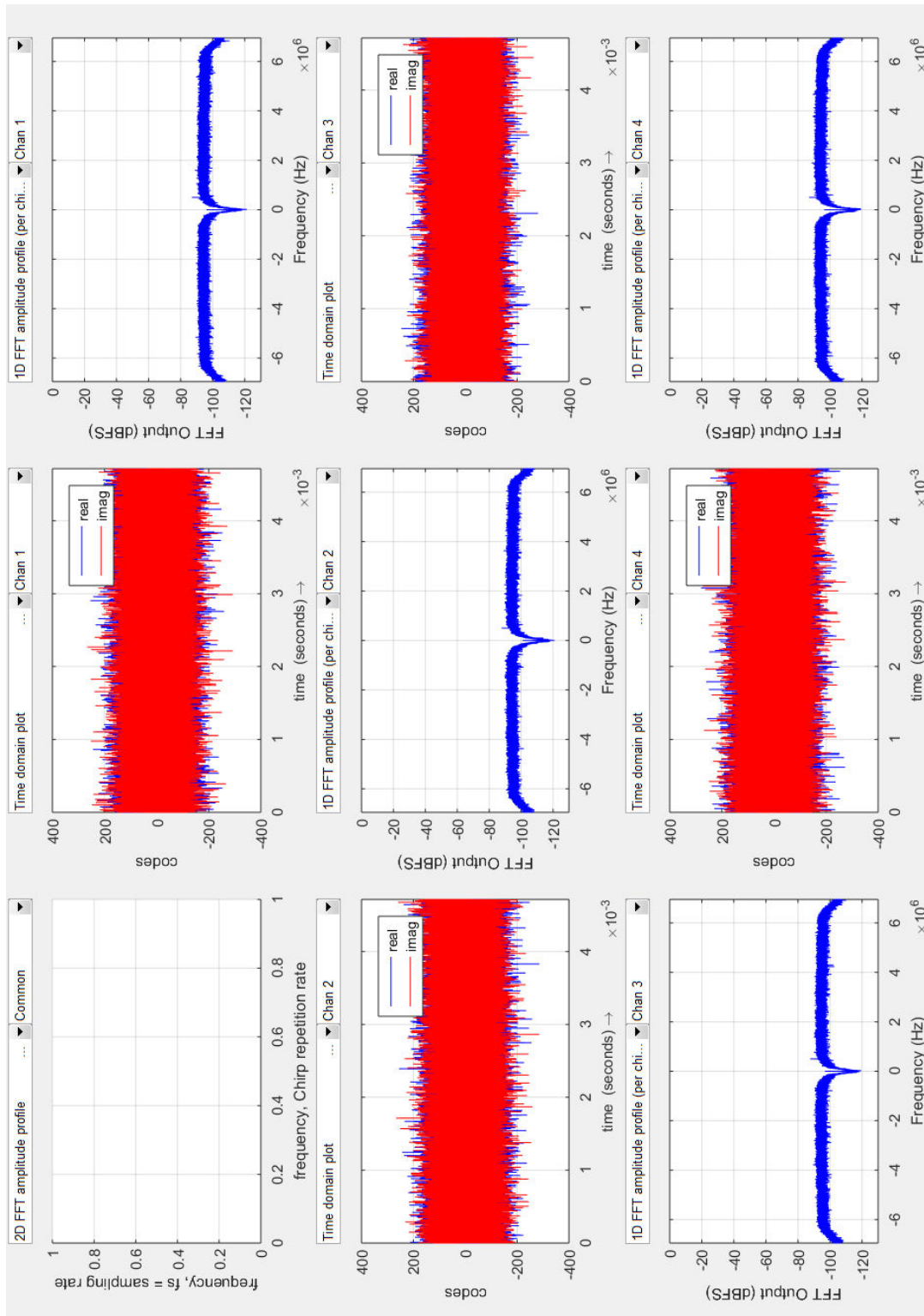


图 4-9. LC 滤波器方案 - Tx 关闭的本底噪声

5 总结

本应用报告针对 XWR1xxx 器件提供了两种电源管理方案。节 4 提出了一种利用 LC 滤波器在物料清单和功率损耗方面进行优化的方案，节 3 介绍了一种通过 LDO 改进电源纹波/噪声抑制的方案。与 LDO 方案相比，LC 滤波器解决方案在成本和整体系统节能方面更胜一筹。

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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司