

适用于 **Bluetooth®** 低耗能的 **ETSI EN 300 328 RX** 阻塞测试

Reidar Myhr

摘要

本应用报告介绍 v2.1.1 版 ETSI EN 300 328 协调标准中新增的、用于测量新的 ETSI EN 接收器 (RX) 阻塞测试的设置及程序。

可以从以下 URL 下载本应用报告中介绍的配套资料：<http://www.ti.com/cn/lit/zip/swra536>。

内容

1	简介	2
2	ETSI EN 300 328 V2.1.1 要求	2
3	测试设置	2
4	测试数据	10
5	参考	12

附图目录

1	波形的 I/Q 轨迹与时间、FFT 频谱和密度图	3
2	试验设置条件	4
3	设置频率和电平	5
4	基带和 ARB	5
5	波形调制	6
6	加载波形	6
7	打开调制	7
8	Trigger/Marker	7
9	模式“Single”和 1500“Signal Duration”	8
10	Execute Trigger	8
11	RX 设置	9
12	RX 阻塞测量结果	11
13	详图	12

附表目录

1	接收器阻塞参数接收器类别 2 设备	2
2	TX CW 阻塞器损耗	10
3	BLE PEP 与 PER (2402MHz)	10
4	BLE PEP 与 PER (2480MHz)	10
5	简表	11

商标

SmartRF is a trademark of Texas Instruments.
 Bluetooth is a registered trademark of Bluetooth SIG, Inc.
 Wi-Fi is a registered trademark of Wi-Fi Alliance.
 ZigBee is a registered trademark of ZigBee Alliance.
 All other trademarks are the property of their respective owners.

1 简介

ETSI EN 300 328 是一项欧洲协调标准，用于指定在欧洲以 2.4GHz ISM 频带运行并使用宽带调制技术的数据传输设备的法规要求。该标准涵盖 Wi-Fi®、蓝牙和 ZigBee®等技术，还涵盖其他使用 2.4GHz ISM 频带的专有传输系统。

在于 2016 年 11 月在欧洲无线电设备指令 2014/53/EU (RED) 下发布的当前版本 V2.1.1 中，增加了与接收器阻塞性能相关的新要求，本应用报告展示如何使用 Rohde & Schwartz 矢量信号发生器针对蓝牙低功耗系统对其进行测量。这一方法也同样适用于大多数其他传输系统或信号发生器供应商。

2 ETSI EN 300 328 V2.1.1 要求

ETSI 规范将接收器分为三种不同的类型：类型 1 至类型 3。您可以在 [ETSI 规范 \(V2.1.1, 2016, p.15\)](#) 的分类部分中找到该分类。根据介质利用 (MU) (TX 占空比和输出功率的乘积)，蓝牙低功耗器件归入类别 2 或类别 3。类别 2 涵盖输出功率介于 0 和 10dBm 之间的器件（假设占空比为 100%），其要求比类别 3 更加严格。由于 CC2640 能够轻松满足类别 2 的要求，因此我们将在整个文档中仅着重介绍这些要求。

您可以在 [ETSI 规范 \(V2.1.1, 2016, p. 38\)](#) 的接收器类别 2 部分中找到接收器类别 2 的阻塞要求。

表 1. 接收器阻塞参数接收器类别 2 设备

配套器件提供的 所需信号平均功率 (dBm)	阻塞信号频率 (MHz)	阻塞信号功率 (dBm) (请参阅 ⁽¹⁾)	阻塞信号类型
$P_{min} + 6dB$ (请参阅 ⁽²⁾)	2380 2503.5	-57	CW
$P_{min} + 6dB$ (请参阅 ⁽²⁾)	2300 2583.5	-47	CW

⁽¹⁾ 指定的电平是 UUT 天线前的电平。如果是传导测量，则必须通过实际电线组件增益校正电平。

⁽²⁾ P_{min} 是在不存在任何阻塞信号的情况下符合 [ETSI EN 300 328 V2.1.1](#) 的性能标准条款中定义的最高性能标准所需的最低信号电平（以 dBm 为单位）。

根据 [ETSI 规范 \(V2.1.1, 2016, p. 72\)](#) 中的测试条件部分所述，应在最低和最高工作频率执行测试。

3 测试设置

该示例显示了如何设置蓝牙低功耗阻塞测量测试。根据 ETSI EN 300 328 (V2.1.1, 2016)，在最低和最高通道 (2402MHz 和 2480MHz) 执行测试。蓝牙低功耗规范指定 30.8% 的 PER 限制 (1500 个数据包中有 1038 个正常数据包)。

设置用于传导测量。

3.1 测试设备

- DUT。对于本文档，使用包含 SmartRF06EB 的 CC2650EM-7ID。
- SMBV100A (或其他更新的 R&S 信号发生器)
- CW 发生器 (R&S SMU 或类似器件)
- 频谱分析仪 (R&S FSQ 或类似器件)

3.2 R&S 波形

波形 R&S_IQ_BLE_1Mbps_1pkt_70ms_guard.wv 是包含 I/Q 样本的二进制文件，可通过具有 ARB 的基带发生器用于创建 1Mbps BLE 调制测试数据包。该波形与所有新 Rohde and Schwarz 信号发生器（如 SMW200A、SMU200A、SMJ100A、SMATE200A、AMU200A、SMBV100A、AFQ100B、SMA100A、SMB100A 或 SMC100A）兼容。

该波形包含一个 37 字节的大型 1Mbps BLE 调制数据包，该数据包具有访问地址 0x71764129。

在波形的开头添加了 1ms 的保护时间，在波形的结尾添加了 69ms 的保护时间。当波形连续性地重复循环前进时，这会在每个数据包之间产生一段 70ms 的时间。添加保护频带是为了可靠地接收每个数据包，而不会因 DUT 和运行 SmartRF™Studio 的 PC 之间的带宽有限导致任何数据包丢失。

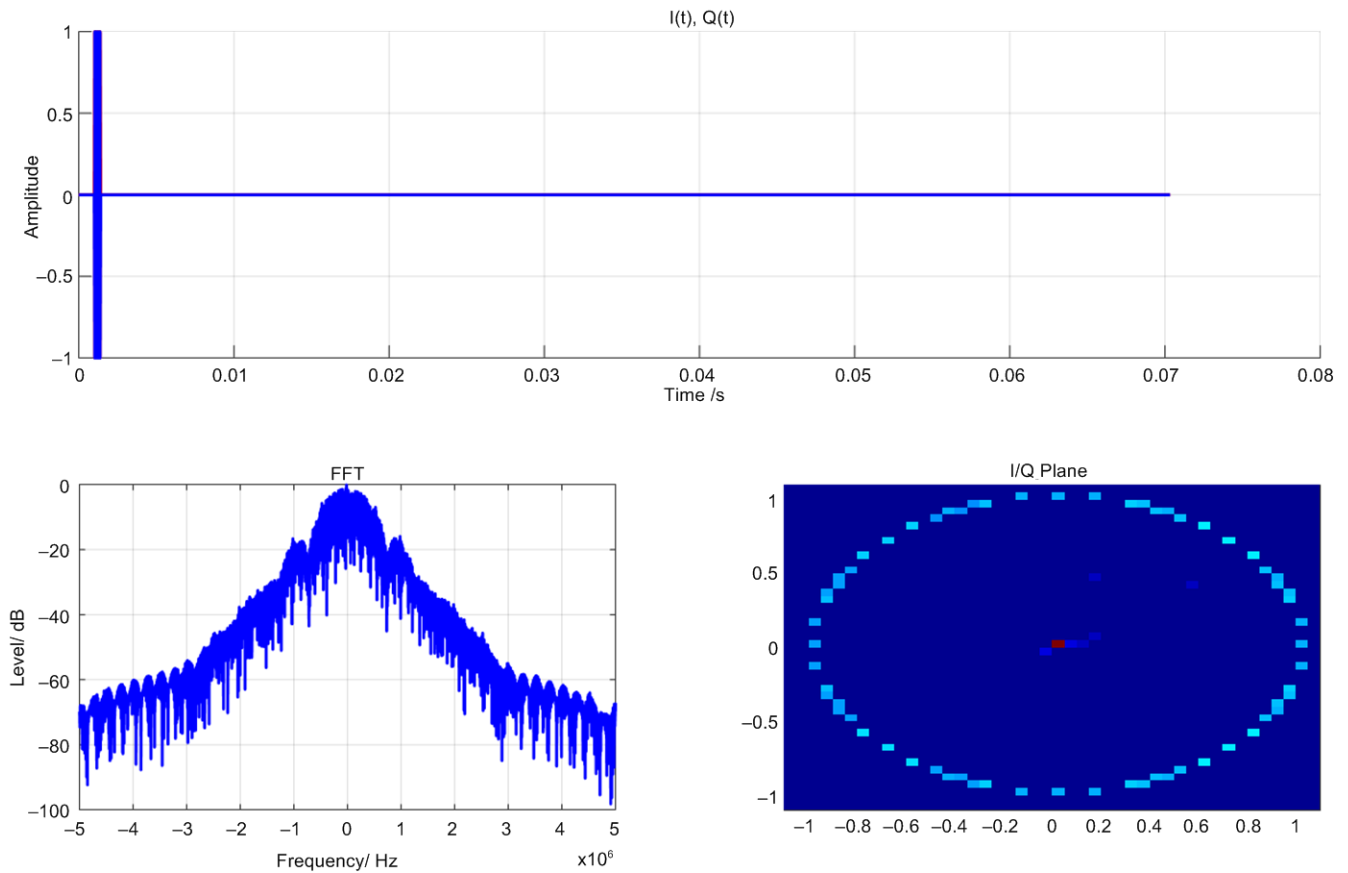
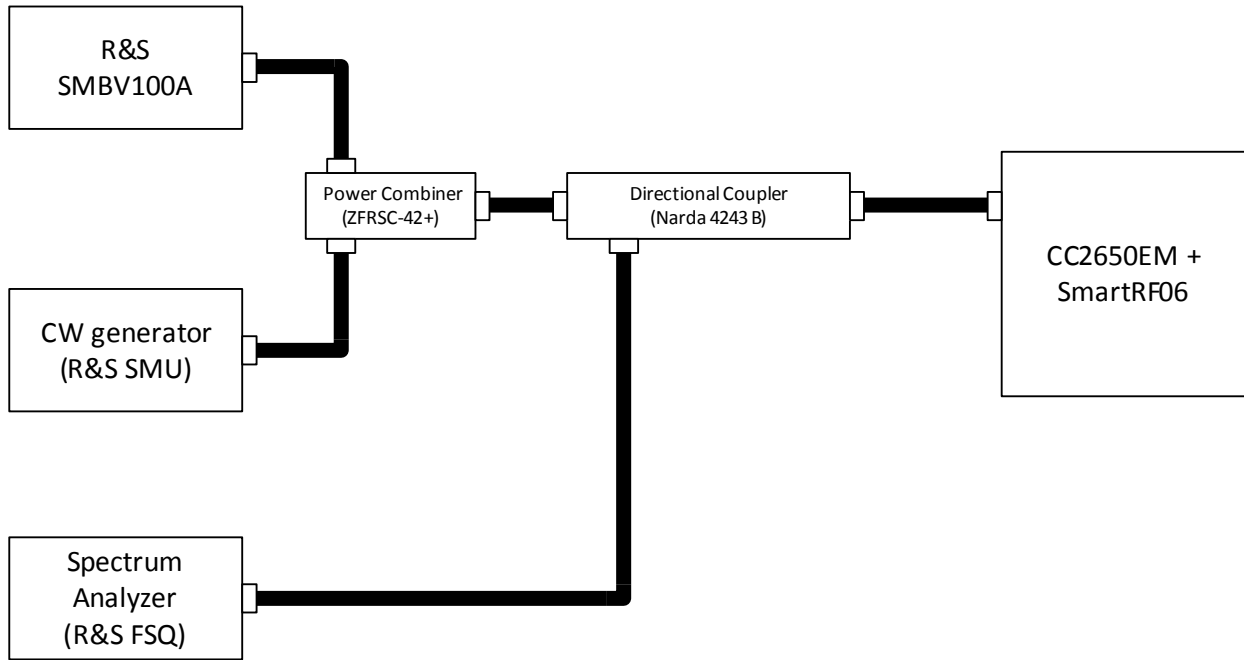


图 1. 波形的 I/Q 轨迹与时间、FFT 频谱和密度图

3.3 连接

图 2 显示了测试设置的连接。定向耦合器和频谱分析仪是可选的，但在打算测量测试系统中的损耗时使用它们是有利的。



Copyright © 2017, Texas Instruments Incorporated

图 2. 试验设置条件

3.4 TX 设置

这是 R&S SMBV100A 信号发生器的设置。

1. 使用 [R&S_ARB_toolbox](#) 或 USB 闪存驱动器将 IQ 波形 R&S_IQ_BLE_1Mbps_1pkt_70ms_guard.wv 上传到 SMBV100A。
2. 在调制信号上设置所需的频率和电平。

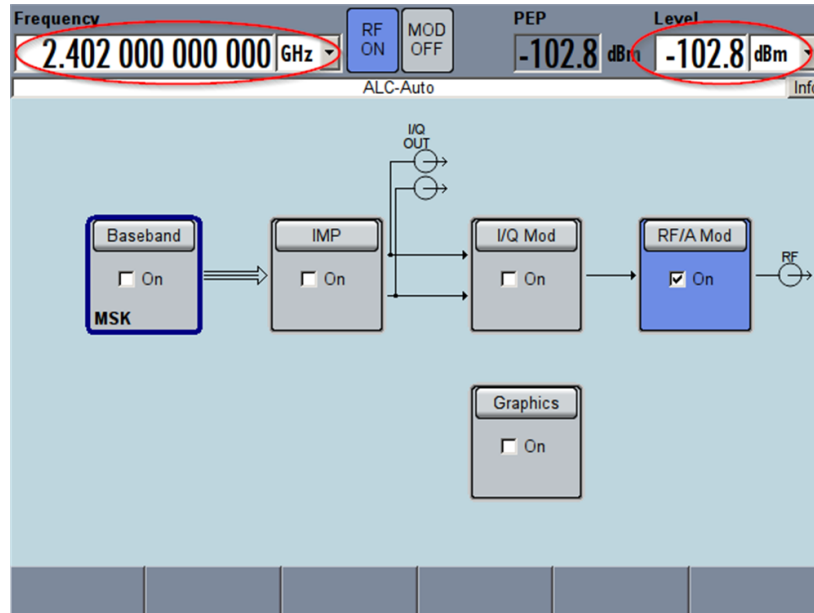


图 3. 设置频率和电平

3. 在信号发生器上选择“Baseband”和“ARB”。

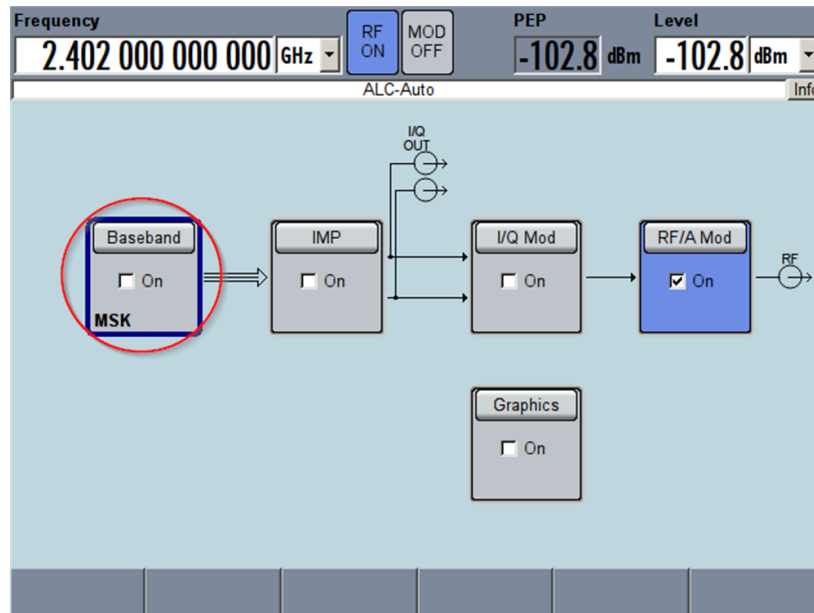


图 4. 基带和 ARB

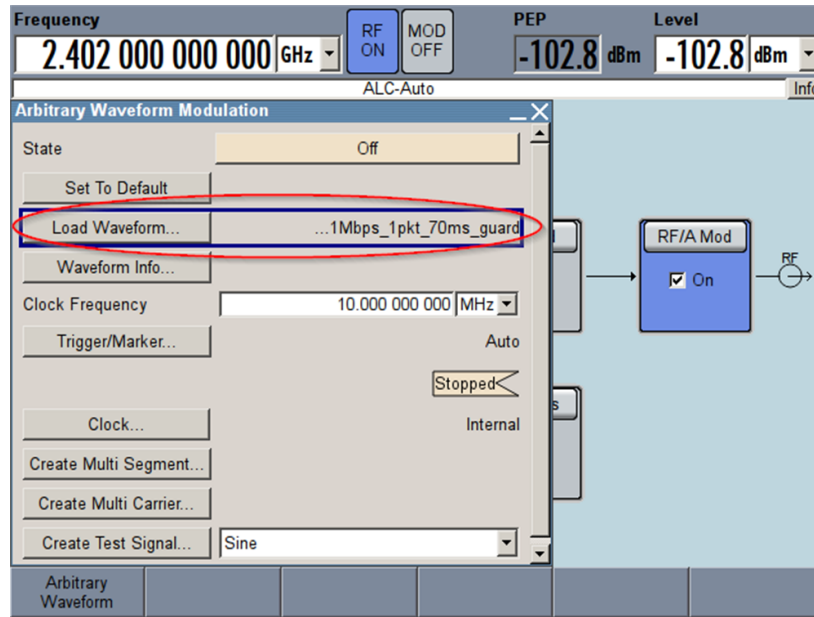


图 5. 波形调制

4. 选择“Load Waveform”并加载 R&S_IQ_BLE_1Mbps_1pkt_70ms_guard.vw。

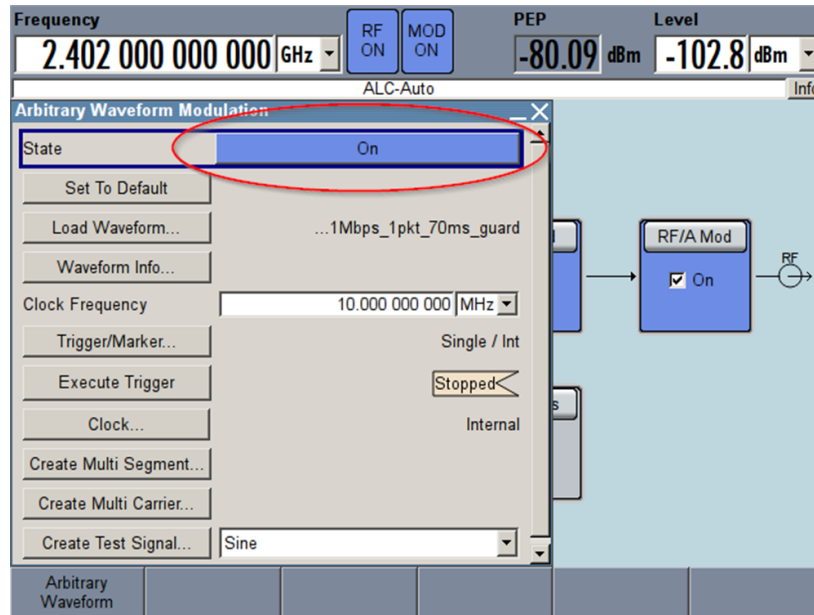


图 6. 加载波形

5. 打开调制。

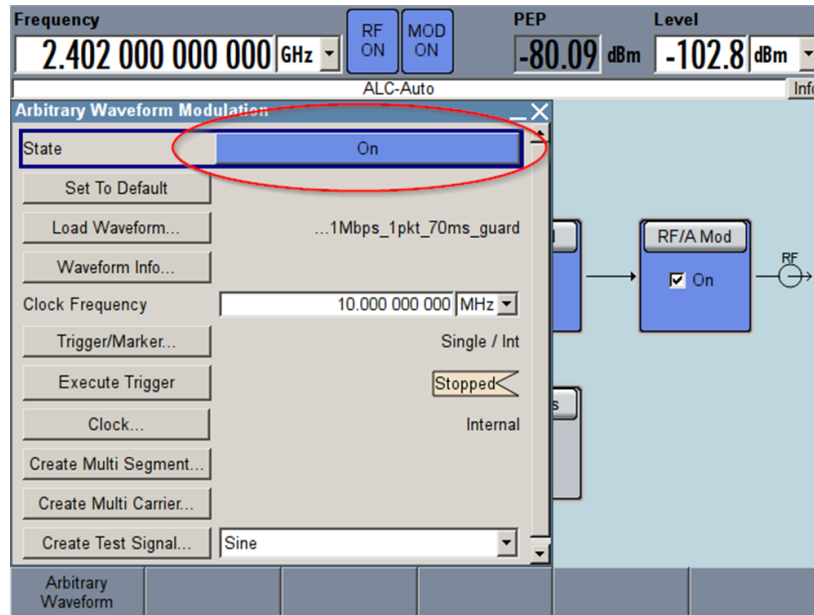


图 7. 打开调制

6. 选择“Trigger/Marker”。

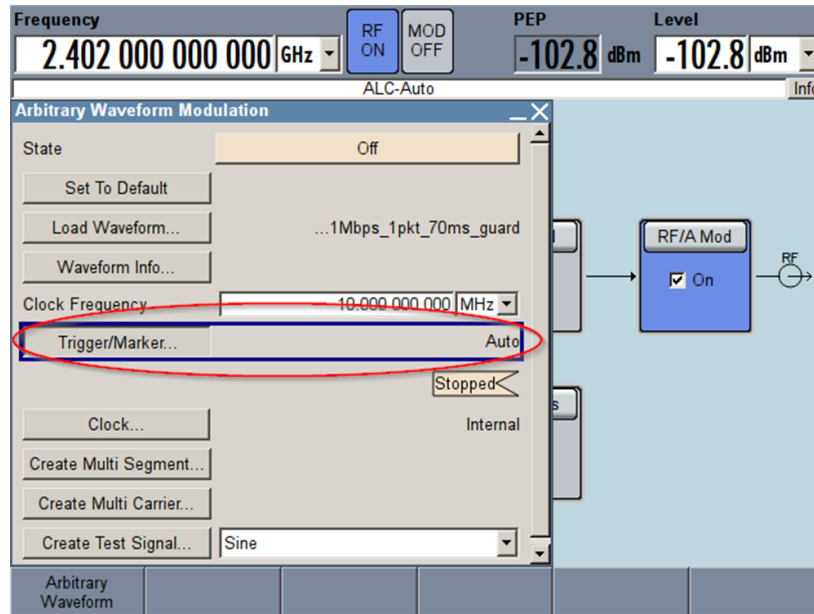


图 8. Trigger/Marker

7. 为“Mode”选择“Single”并为“Signal Duration”选择“1500”（每次触发要发送的数据包数量）。

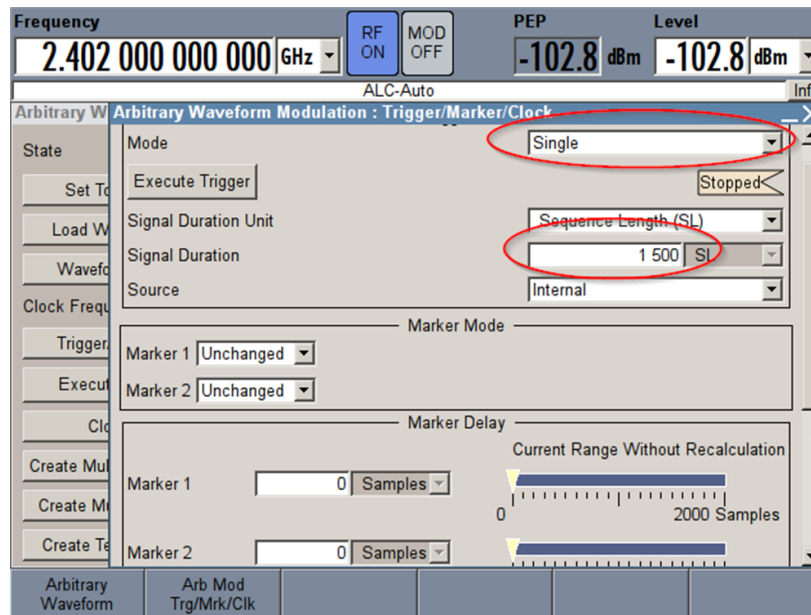


图 9. 模式“Single”和 1500“Signal Duration”

8. 按“Execute Trigger”开始传输 1500 个数据包。

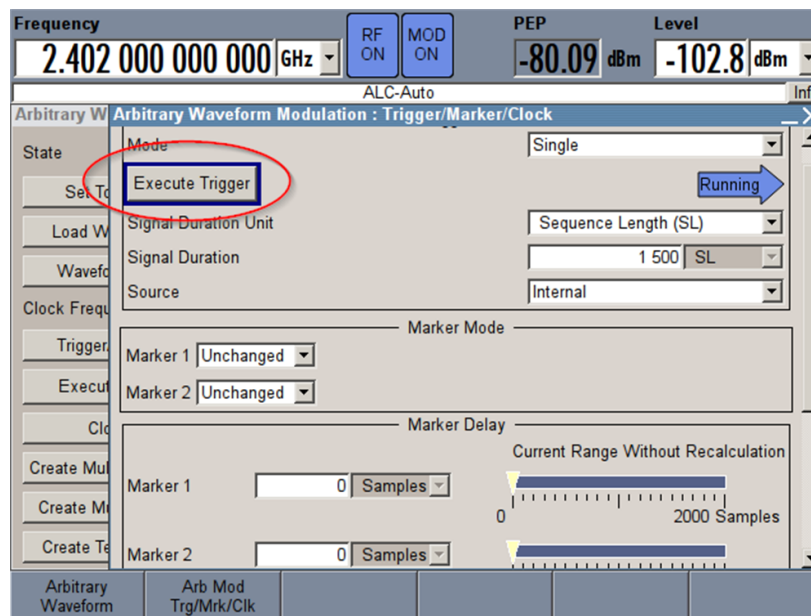


图 10. Execute Trigger

3.5 RX 设置

SmartRF Studio 用于设置 DUT 以接收蓝牙低功耗数据包。

1. 从 www.ti.com.cn (<http://www.ti.com.cn/tool/cn/SMARTRFTM-STUDIO>) 下载 SmartRF Studio 并进行安装。
2. 启动 SmartRF Studio 并选择“CC2650 BLE”模式
3. “Device Control Panel”配置：
 - (a) 设置“Expected Packet Count”(1500)
 - (b) 选择“Frequency”
 - (i) 2402 MHz (BLE Channel 37)
 - (ii) 2480 MHz (BLE Channel 39)
 - (c) 取消选中“Whitening”
 - (d) 取消选中“Seq. Number included in Payload”
 - (e) 将“Access Addr”设置为“0x71764129”

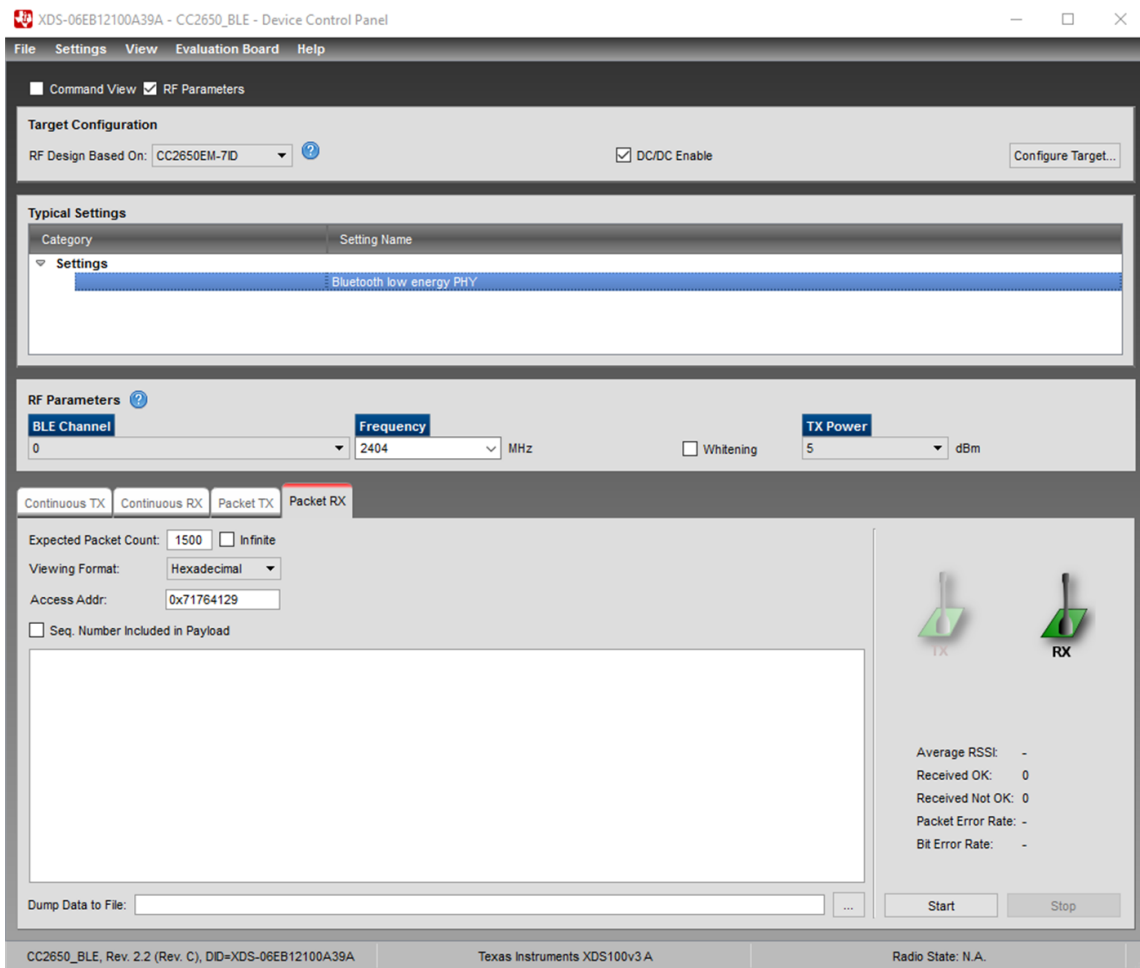


图 11. RX 设置

4. 按“Start”以配置并开始接收数据包。

4 测试数据

接收器阻塞性能测量分为三个步骤。第一步（请参阅4.1节）是测量测试设置中的损耗，第二步（请参阅4.2节和4.3节）是测量待测试的器件 (DUT) 的敏感度，最后，第三步（请参阅4.4节）是测量实际的接收器阻塞性能。

4.1 TX CW 阻塞器设置

需要测量测试设置中从信号发生器开始通过电缆、分配器和耦合器产生的 TX CW 阻塞器损耗并对其进行补偿，以获取正确的测量结果。

连接到 DUT 的电缆将连接到频谱分析仪，并在不同的 TX CW 测试频率测试 TX CW 的功率级别。我们会计算 TX CW 源输出功率和施加到 DUT 的功率之间的差异并将其用于补偿4.4节中所述的测量结果。

表 2. TX CW 阻塞器损耗

	2380.0MHz	2503.5MHz	2300.0MHz	2583.5MHz
阻塞器输出 [dBm]	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0
对于耦合器 [dBm]	-47.8	-47.2	-47.5	-48.1
对于 DUT [dBm]	-39.9	-39.8	-39.8	-40.5
测试设置中的损耗 [dB]	-9.9	-9.8	-9.8	-10.5

4.2 低通道敏感度 (2402MHz)

表 3. BLE PEP 与 PER (2402MHz)

级别	PEP	正常数据包	PER[%]
-105.0	-82.29	150	0.00%
-106.0	-83.29	148	1.33%
-107.0	-84.29	145	3.33%
-108.0	-85.29	127	15.33%
-108.5	-85.79	110	26.67%
-109.0	-86.29	97	35.33%
-110.0	-87.29	38	74.67%

2402MHz 下测量的敏感度为 -86.05dBm 峰值包络功率 (PEP)。根据 ETSI EN 300 328 V2.1.1 中的 接收器阻塞参数接收器类别 2 设备表，应将所需的信号设置为比敏感度限值高 6dB。在测量的敏感度为 -86.05dBm 的情况下，所需信号上的电平应为 -80.09dBm PEP（电平 = -102.8dBm）。

请注意，测试设置中存在接近 10dB 的损耗（请参阅4.1节），因此实际的 RX 敏感度级别大约为 96dBm。

4.3 高通道敏感度 (2480MHz)

表 4. BLE PEP 与 PER (2480MHz)

级别	PEP	正常数据包	PER[%]
-105.0	-82.29	148	1.33%
-106.0	-83.29	141	6.00%
-107.0	-84.29	132	12.00%
-108.0	-85.29	117	22.00%
-108.6	-85.89	104	30.67%
-109.0	-86.29	94	37.33%
-110.0	-87.29	45	70.00%

2480MHz 下测量的灵敏度为 -85.89dBm PEP。根据 ETSI EN 300 328 V2.1.1 中的 接收器阻塞参数接收器类别 2 设备表，应将所需的信号设置为比灵敏度限值高 6dB。在测量的灵敏度为 -85.89dBm 的情况下，所需信号上的电平应为 -79.89dBm PEP（电平 = -102.2dBm）。

请注意，测试设置中存在几乎为 10dB 的损耗（请参阅 4.1 节），因此实际的灵敏度级别大约为 -96dBm。

4.4 BLE PER 与阻塞要求 (ETSI EN 300 328 V2.1.1)

测试步骤：

1. 根据 4.2 节和 4.3 节的结果，将所需的信号电平设置为比所选工作频率（2402MHz 和 2480MHz）的灵敏度级别高 6dB。
2. 对 DUT 应用 2300.0MHz 的 TX CW 干扰设备并逐渐提高功率级别，直到 PER 高于为 BLE 指定的 30.8% 级别。
3. 在 2380.0MHz、2503.5MHz 和 2583.5MHz 下重复步骤 2。

正如在表 5、图 12 和图 13 中看到的，在使用蓝牙低功耗时，CC2650 能够很好地满足 ETSI EN 300 328 V2.1.1 中指定的要求。



图 12. RX 阻塞测量结果

表 5. 简表

干扰设备频率 [MHz]	限制 [dBm]	2402MHz 下的所需值 [dBm]	2480MHz 下的所需值 [dBm]
2300.00	-47	-21.35	-20.70
2380.00	-57	-26.10	-22.20
2503.50	-57	-21.60	-36.90
2583.50	-47	-20.20	-21.60

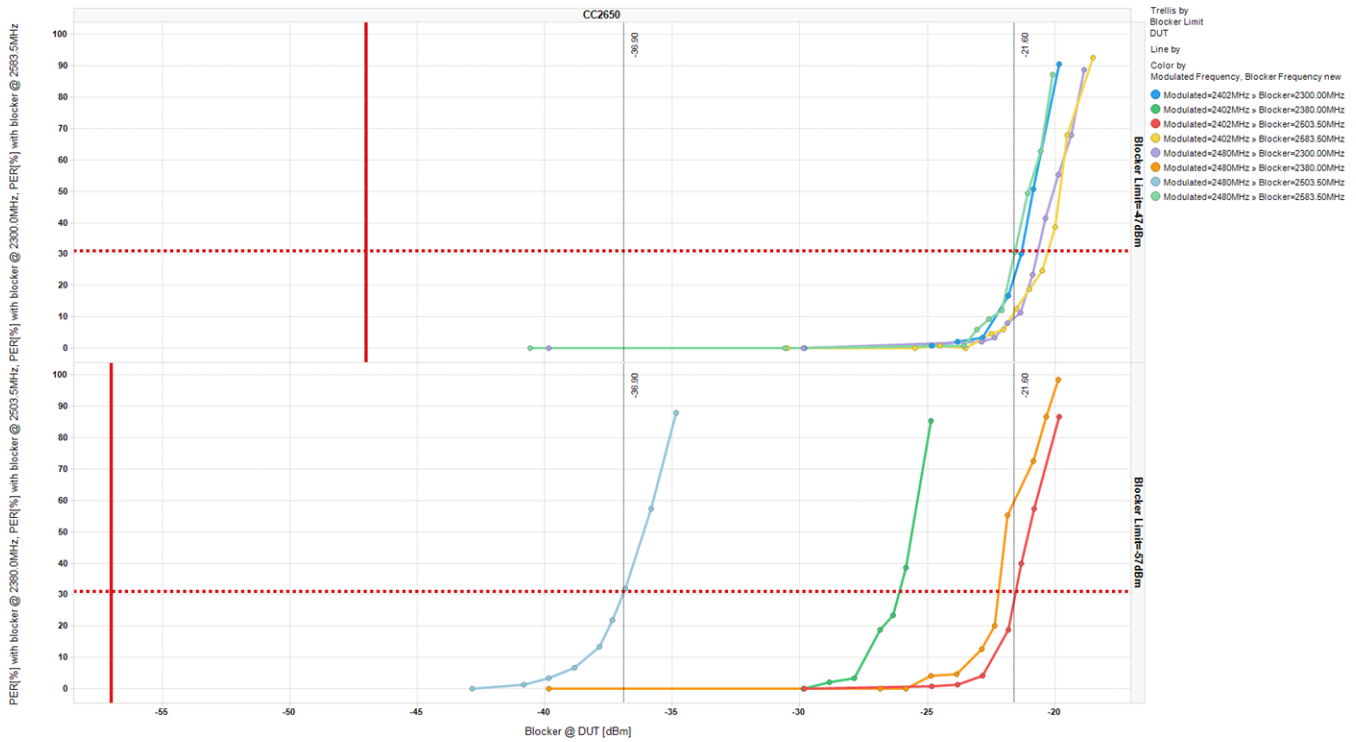


图 13. 详图

5 参考

- TI. (2016 年 12 月 9 日)。TI.com。2017 年 1 月 3 日从 SmartRF Studio 检索: <http://www.ti.com.cn/tool/cn/SMARTRFTM-STUDIO>
- V2.1.1, E. E. (2016 年 11 月 15 日)。ETSI EN 300 328 V2.1.1。2017 年 1 月 3 日从 ETSI.org 检索: http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300300_300399/300328/02.01.01_60/en_300328v020101p.pdf

有关 TI 设计信息和资源的重要通知

德州仪器 (TI) 公司提供的技术、应用或其他设计建议、服务或信息，包括但不限于与评估模块有关的参考设计和材料（总称“TI 资源”），旨在帮助设计人员开发整合了 TI 产品的应用；如果您（个人，或如果是代表贵公司，则为贵公司）以任何方式下载、访问或使用了任何特定的 TI 资源，即表示贵方同意仅为该等目标，按照本通知的条款进行使用。

TI 所提供的 TI 资源，并未扩大或以其他方式修改 TI 对 TI 产品的公开适用的质保及质保免责声明；也未导致 TI 承担任何额外的义务或责任。TI 有权对其 TI 资源进行纠正、增强、改进和其他修改。

您理解并同意，在设计应用时应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性，以及您的应用（包括应用中使用的 TI 产品）应符合所有适用的法律法规及其他相关要求。您就您的应用声明，您具备制订和实施下列保障措施所需的一切必要专业知识，能够 (1) 预见故障的危险后果，(2) 监视故障及其后果，以及 (3) 降低可能导致危险的故障几率并采取适当措施。您同意，在使用或分发包含 TI 产品的任何应用前，您将彻底测试该等应用和该等应用所用 TI 产品的功能。除特定 TI 资源的公开文档中明确列出的测试外，TI 未进行任何其他测试。

您只有在为开发包含该等 TI 资源所列 TI 产品的应用时，才被授权使用、复制和修改任何相关单项 TI 资源。但并未依据禁止反言原则或其他法律授予您任何 TI 知识产权的任何其他明示或默示的许可，也未授予您 TI 或第三方的任何技术或知识产权的许可，该等产权包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权或与使用 TI 产品或服务的任何整合、机器制作、流程相关的其他知识产权。涉及或参考了第三方产品或服务的信息不构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用 TI 资源可能需要您向第三方获得对该等第三方专利或其他知识产权的许可。

TI 资源系“按原样”提供。TI 兹免除对 TI 资源及其使用作出所有其他明确或默示的保证或陈述，包括但不限于对准确性或完整性、产权保证、无复发故障保证，以及适销性、适合特定用途和不侵犯任何第三方知识产权的任何默认保证。

TI 不负责任何申索，包括但不限于因组合产品所致或与之有关的申索，也不为您辩护或赔偿，即使该等产品组合已列于 TI 资源或其他地方。对因 TI 资源或其使用引起或与之有关的任何实际的、直接的、特殊的、附带的、间接的、惩罚性的、偶发的、从属或惩戒性损害赔偿，不管 TI 是否获悉可能会产生上述损害赔偿，TI 概不负责。

您同意向 TI 及其代表全额赔偿因您不遵守本通知条款和条件而引起的任何损害、费用、损失和/或责任。

本通知适用于 TI 资源。另有其他条款适用于某些类型的材料、TI 产品和服务的使用和采购。这些条款包括但不限于适用于 TI 的半导体产品 (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、[评估模块](http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm)和样品 (<http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm>) 的标准条款。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2017 德州仪器半导体技术（上海）有限公司