



摘要

CC33xx Linux 驱动程序提供了一个简单的 **校准器** 工具来为各种发送和接收操作配置 CC33xx 器件，从而能够测量受测器件的射频性能。该校准器工具还提供了一种简单的方法来选择所需的通道和功率级别。这使得实验室和认证测试机构内的射频验证能够对 Linux 平台上运行 CC33xx 驱动程序的最终产品执行监管合规性测试并测量频谱屏蔽性能。该校准器工具还可用于生产线测试。

内容

1 首字母缩写词	2
2 先决条件	2
3 校准器工具命令	2
3.1 启用 PLT 模式.....	3
3.2 通道调优.....	3
3.3 发送链参数.....	3
3.4 接收链参数.....	7
A SET_TX 默认参数	8

表格清单

表 3-1. tune_channel 命令参数.....	3
表 3-2. set_tx 命令参数.....	4
表 3-3. set_tx_tb 参数.....	6
表 3-4. tx_start_tone 命令参数.....	6

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 首字母缩写词

首字母缩写词	定义
PLT	生产线测试
MAC	介质访问层
WLAN	无线 LAN
LAN	局域网
NVS	非易失性存储
TX	发送
RX	接收
MIMO	多输入多输出
LO	本机振荡器
BD_ADDR	蓝牙地址 (在工厂中为 BT 编程的 MAC 地址)
PER	误包率
OFDM	正交分频多路复用
NIC	网络接口卡
OUI	组织唯一标识符 (每个 WLAN 供应商的 24 位唯一编号)
LTF	长训练字段
GI	防护间隔
DCM	双载波调制
CCA	空闲信道评估
SU ER BW	单用户扩展范围带宽
VHT	超高吞吐量
AID	关联 ID
HE TB NDP FB	基于高效触发器的空数据包反馈

2 先决条件

以下内核配置是校准器工具正确运行的先决条件：

- 为了使校准器工具工作，必须使用 `CONFIG_NL80211_TESTMODE=y` 编译内核和模块。可以按如下方式对相同情况进行验证：

```
root@am335x-evm:/usr/share/cc33xx# zcat /proc/config.gz | grep NL80211_TESTMODE
```

其中，输出为：

```
CONFIG_NL80211_TESTMODE=y
```

如果驱动程序中未启用该配置，则需要重新编译内核和内核模块并将它们安装到设备中。有关如何启用此标志并整合更改的更多信息，请参阅 *CC33xx Linux 软件包中的 CC33xx Linux 入门用户指南*。

- 必须关闭 `wlan0` 接口。如果该接口已在运行，则运行 `ifconfig wlan0 down` 以禁用 `wlan0` 接口。再次运行 `ifconfig` 命令以验证 `wlan0` 接口是否已禁用。

`ifconfig` 的输出中不应提及 `wlan0`。

3 校准器工具命令

以下各节详细介绍了可用的校准器工具命令。

3.1 启用 PLT 模式

在运行任何命令之前，需要将器件和驱动程序配置为生产线测试 (PLT) 模式。使用以下命令来将器件配置为 PLT 模式：

```
calibrator wlan0 plt power_mode on
```

要退出 PLT 模式，请使用以下命令：

```
calibrator wlan0 plt power_mode off
```

3.2 通道调优

tune_channel 命令的目的是将 CC33xx 器件配置为在特定 Wi-Fi 频段和通道中运行。可以使用以下格式调用 tune_channel 命令：

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt tune_channel <CHAN> <BAND> <BANDWIDTH>
```

其中每个参数定义如下：

表 3-1. tune_channel 命令参数

参数	选项	说明
CHAN	1-14	Wi-Fi 通道
频段	0	Wi-Fi 频段。 仅支持 b/g/n
带宽	0	带宽分配

备注

必须在执行任何其他校准器活动之前执行通道调优。没有默认通道调优。

示例 - 以下 tune_channel 示例将芯片配置为在通道 6 的 2.4GHz 频段工作。

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt tune_channel 6 0 0
```

3.3 发送链参数

本节介绍了发送链中的各种参数和基于触发器的传输。

3.3.1 TX 参数

set_tx 命令可以控制 CC33xx 器件上的整个 TX 数据路径和前端。此命令能够设置前导码类型、PHY 数据速率、输出功率、控制要传输的数据包数量和数据包内的数据值以及许多其他功能。

默认 TX 设置可以通过以下命令启用：

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt set_tx -default 0
```

“附录 A”中提供了默认设置。下面提供了完整的命令格式。没有必要在 set_tx 命令中包含每个参数。

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt set_tx -preamble_type <PREAMBLE_TYPE> -phy_rate <PHY_RATE> -tx_power <TX_POWER> -gi_ltf_type <GI_LTF_TYPE> -dcm <DCM> -length <LENGTH> -delay <DELAY> -pkt_mode <PACKET_MODE> -num_pkts <NUM_PACKETS> -data_mode <DATA_MODE> -data_const_val <DATA_VALUE> -cca <CCA> -bss_color <BSS_COLOR> -su_er_bw <SU_ER_BW> -partial_aid <PARTIAL_AID> -src_addr <SRC_ADDR> -dst_addr <DST_ADDR> -nominal_pkt_ext <PKT_EXT> -feed_status <FEED_STATUS> -aid <AID> -group_id <G_ID>
```

表 3-2 中给出了每个参数的定义。

表 3-2. set_tx 命令参数

参数	选项	说明
PREAMBLE_TYPE	0	11b 短前导码
	1	11b 长前导码
	2	11a/g 传统 OFDM
	3	11n 混合模式
	4	11n GF (不支持)
	5	11ax SU
	6	11ax MU (不支持)
	7	11ax SU ER
	8	11ax TB
	9	11ax TB NDP FB
	10	11ac VHT (不支持)
PHY_RATE	1	1Mbps
	2	2Mbps
	3	5.5Mbps
	4	11Mbps
	5	6Mbps
	6	9Mbps
	7	12Mbps
	8	18Mbps
	9	24Mbps
	10	36Mbps
	11	48Mbps
	12	54Mbps
	13	MCS0
	14	MCS1
	15	MCS2
	16	MCS3
	17	MCS4
	18	MCS5
	19	MCS6
	20	MCS7
TX_POWER	0-30	整数，范围为 -10dBm 至 20dBm，步长为 1dB
GI_LTF_TYPE	0	1xLTF + 1.6μs GI
	1	2xLTF + 1.6μs GI
	2	4xLTF + 3.2μs GI
	3	2xLTF + 0.8μs GI
	4	1xLTF + 0.8μs GI
	5	4xLTF + 0.8μs GI
DCM	0	禁用 DCM
	1	启用 DCM
LENGTH : range <start_length> <end_length>	100-3500	数据字节数，不包括 MAC 802.11 标头。 LENGTH 中的“range”字符串需要参数 <start_length> 至 <end_length>。仅在连续模式或 PACKET_MODE <0> 下受支持。 -length range 0 100

表 3-2. set_tx 命令参数 (续)

参数	选项	说明
LENGTH : const packet <length>	非 MCS 速率 : 0 - 3500 MCS 速率 : 0-16000	数据字节数, 不包括 MAC 802.11 标头。 LENGTH 中的 "const packet" 字符串需要 参数 <length> -length const packet 2000
DELAY	50-1000000	数据包间的延迟 (µs)
PACKET_MODE	0	连续模式 - 连续发送数据包, 直到发送 tx_stop 命令
	1	发送单个数据包
	2	使用此数据包模式时需要 <NUM_PKT> 发送 <NUM_PKT> 个数据包
NUM_PACKETS	1 - 10000	<PKT_MODE> = 2 时使用 要发送的数据包数量
DATA_MODE	0	使用此数据模式时需要 <DATA_VAL> 常数值
	1	增量值
	2	随机值
DATA_VALUE	0 - 255	<DATA_MODE> 为 0 时需要 所有数据包中均使用的数据值
CCA	0	禁用 CCA
	1	启用 CCA
BSS_COLOR	0-63	此字段与 HE_SU 和 HE_SU_ER 相关
SU_ER_BW	0	242-tone RU
	1	106-tone RU
PARTIAL_AID	0 - 1023	此字段与 VHT 传输相关
SRC_ADDR	xx:xx:xx:xx:xx:xx	源 MAC 地址
DEST_ADDR	xx:xx:xx:xx:xx:xx	目标 MAC 地址
PKT_EXT	0	0µs
	1	8µs
	2	16µs
FEED_STATUS	0/1	指示每个音调集中用于调制音调的一位的 值。此字段仅与 TB NDP FB 传输相关。
AID	0-16383	站点的 AID 可以高达 16383 (14 位)
G_ID	0	(不支持)

3.3.2 基于 TX 触发的参数

`set_tb_tx` 命令用于在 CC33xx 器件中设置基于触发器的传输参数。

`set_tb_tx` 命令的格式如下：

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt set_tb_tx -mimo_ltf_mode <MIMO_MODE> -he_ltf_num <NUM_HE_LTF> -disamb
<DISAMB> -pre_fec_padding_factor <PRE_FACTOR> -common_info_len <COMMON_LEN> -ru_alloc <RU_ALLOC>
-ul_bw <UL_BW> -starts_sts_num <STS_NUM> -tb_auto <TB_AUTO>
```

表 3-3 中给出了每个参数的定义。

表 3-3. `set_tx_tb` 参数

参数	选项	说明
MIMO_MODE	0	单流模式
	1	屏蔽模式
NUM_HE_LTF	0	1 HE LTF
	1	2 HE LTF
	2	4 HE LTF
	3	6 HE LTF
	4	8 HE LTF
DISAMB	0	无消歧
	1	含消歧
PRE_FACTOR	0-7	
COMMON_LEN		PSDU 长度
RU_ALLOC	0-60	资源单元分配
UL_BW	0	20MHz
	1	40MHz
	2	80MHz
STS_NUM	0-3	
TB_AUTO	0	禁用
	1	启用

3.3.3 TX 音调启动和停止

`tx_start_tone` 命令的目的是创建和发送可使用固定音调调制的载波。`tx_tone_stop` 可用于停止连续波传输。

`tx_start_tone` 命令的格式如下：

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt tx_start_tone <MODE> <OFFSET>
```

其中，

表 3-4. `tx_start_tone` 命令参数

参数	选项	说明
MODE	2	单音：TX 链开启并输出一个正弦信号
偏移量	-40 - 40	整数值，范围为 -10MHz 至 +10MHz，步长为 0.25MHz

`tx_tone_stop` 命令的格式如下：

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt tx_tone_stop
```

3.3.4 示例 TX 命令

以下部分提供了将命令用于不同传输模式和 TX 信道占用的示例。

```
calibrator wlan0 plt power_mode on
calibrator wlan0 cc33xx_plt tune_channel 6 0 0
calibrator wlan0 cc33xx_plt set_tx -default 0
calibrator wlan0 cc33xx_plt set_tx -preamble_type 3 -phy_rate 20 -num_pkts 1000 -pkt_mode 2
-src_addr 04:05:05:05:05:04 -dst_addr 06:07:07:07:07:06
calibrator wlan0 cc33xx_plt start_tx
calibrator wlan0 cc33xx_plt stop_tx
calibrator wlan0 cc33xx_plt set_tx -length const packet 500
calibrator wlan0 cc33xx_plt start_tx
calibrator wlan0 cc33xx_plt stop_tx
```

3.4 接收链参数

本节介绍了 RX 链中的各种参数。另外还提供了一条用于收集 RX 数据的命令。

3.4.1 启用/启动 RX 统计测试

与 TX 命令类似，一些 RX 命令可用于接收数据包并获取相同的统计信息。CC33xx 器件的固件能够捕获无线数据包并报告 RF 统计信息。此功能可用于确保器件上的校准、天线和无线电工作正常。本节介绍了如何使用 RX 统计命令进行接收器 (RX) 测试。

使用 `start_rx` 命令启动接收射频链：

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt start_rx -source_mac <SRC_ADDR> -ack_enable <ACK_ENABLE>
```

要打印接收的统计信息，请使用 `get_rx_stats` 命令：

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt get_rx_stats
```

接收到数据包后，此命令会将所收到数据包的统计信息打印到命令中，格式类似如下：

```
Total Received Packets:    0
FCS Errors:                0
MAC Mismatch:              0
Good Packets:              0
Average RSSI (SOC):        45
Average RSSI (ANT):        0
status: 19
PER:                       N/A    # PER = Total Bad / Total Received
```

以下是如何开始通过接收器收集数据包的序列示例：

```
calibrator wlan0 plt power_mode on
calibrator wlan0 cc33xx_plt tune_channel 6 0 0
calibrator wlan0 cc33xx_plt start_rx -source_mac 04:05:05:05:05:04 -ack_enable 1
calibrator wlan0 cc33xx_plt get_rx_stats
```

3.4.2 禁用/停止 RX 统计测试

以下命令将停止 RX 统计测试。务必要使用以下命令来完成测试：

```
calibrator wlan0 cc33xx_plt stop_rx
```

A SET_TX 默认参数

下表列出了默认设置。

参数	值	说明
PREAMBLE_TYPE	2	11a/g 传统 OFDM
PHY_RATE	5	6Mbps
TX_POWER	0	-10dBm
GI_LTF_TYPE	2	4xLTF + 3.2 μ s GI
DCM	0	禁用 DCM
长度	100	100 个数据字节
延迟	3000	数据包间的延迟为 3000 μ s
PACKET_MODE	0	连续模式
NUM_PACKETS	300	当 PACKET_MODE = 0 (连续模式) 时不适用
DATA_MODE	2	随机值
DATA_VALUE	0x55	当 DATA_MODE = 2 (随机值) 时不适用
CCA	1	启用 CCA
BSS_COLOR	13	
SU_ER_BW	0	242-tone RU
P_AID	15	
SRC_ADDR	0x665544332222	
DEST_ADDR	0x060504030202	
PACKET_EXT	1	8 μ s
FEED_STATUS	0	
AID	11	
G_ID	0	

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司