

EC2x&EG06&AG35

回音消除调试指导

LTE/LTE-A 系列

版本: EC2x&EG06&AG35_回音消除_调试指导_V1.0

日期: 2018-07-15

状态: 初始版

上海移远通信技术股份有限公司始终以为客户提供最及时、最全面的服务为宗旨。如需任何帮助，请随时联系我司上海总部，联系方式如下：

上海移远通信技术股份有限公司

上海市徐汇区虹梅路 1801 号宏业大厦 7 楼 邮编：200233

电话：+86 21 51086236 邮箱：info@quectel.com

或联系我司当地办事处，详情请登录：

<http://quectel.com/cn/support/sales.htm>

如需技术支持或反馈我司技术文档中的问题，可随时登陆如下网址：

<http://quectel.com/cn/support/technical.htm>

或发送邮件至：support@quectel.com

前言

上海移远通信技术股份有限公司提供该文档内容用以支持其客户的产品设计。客户须按照文档中提供的规范、参数来设计其产品。由于客户操作不当而造成的人身伤害或财产损失，本公司不承担任何责任。在未声明前，上海移远通信技术股份有限公司有权对该文档进行更新。

版权申明

本文档版权属于上海移远通信技术股份有限公司，任何人未经我司允许而复制转载该文档将承担法律责任。

版权所有 ©上海移远通信技术股份有限公司 2018，保留一切权利。

Copyright © Quectel Wireless Solutions Co., Ltd. 2018.

文档历史

修订记录

版本	日期	作者	变更表述
1.0	2018-05-18	徐磊	初始版本

目录

文档历史.....	2
目录.....	3
表格索引.....	4
图片索引.....	5
1 引言.....	6
2 SMECNS-概述.....	7
2.1. SMECNS 子模块.....	8
3 EC 调试.....	9
3.1. Echo_path_delay.....	9
3.2. AF 滤波器调试流程.....	9
3.2.1. AF 滤波器波形.....	9
3.2.2. Echo_path_delay.....	12
3.2.3. AF_taps、AF_erl、AF_twoalpha.....	13
3.2.4. Bitatek 手机 AF 调试示例.....	14
3.2.5. 关于 AF 的增益调试.....	14
4 EEC 参数.....	16
4.1. EEC 参数.....	16
4.2. EEC 参数推荐值.....	17
4.3. EEC 详细参数介绍.....	17
5 调试工具 QACT 使用介绍.....	18
5.1. 连接模块调试 DSP.....	18
5.1.1.1. QPST.....	18
5.1.1.2. QACT.....	19
5.1.1.3. SMECNS 调试.....	21
6 附录 A.....	24

表格索引

表 1: 术语和缩写	24
------------------	----

图片索引

图 1: AUDIO 算法拓扑图	7
图 2: SMECNS FUNCTION DIAGRAM.....	7
图 3: 高通 AUDIO DSP CALIBRATION 界面	9
图 4: SMECNS 算法参数界面.....	10
图 5: AF_COEFFS 界面	11
图 6: 比较好的 AF_COEFFS 波形.....	11
图 7: 比较差的 AF_COEFFS 波形.....	12
图 8: ECHO_PATH_DELAY 值偏大.....	12
图 9: ECHO_PATH_DELAY 值过小.....	12
图 10: ECHO_PATH_DELAY 值设置正确.....	13
图 11: AF_TAPS 设置为 0X10	13
图 12: 调节 ECHO_PATH_DELAY 以及 AF 参数使 AF 滤波器效果最优	13
图 13: AF_TWOALPHA 设置偏低.....	14
图 14: BITATEK 手机原始参数 AF 波形.....	14
图 15: BITATEK 手机调试后 AF 波形.....	14
图 16: ECHO PATH 增益图.....	15
图 17: $Z[K] > X[K]$ 时 AF 滤波器	15
图 18: EEC_TX 参数.....	16
图 19: EEC_RX 参数	16
图 20: EEC 参数推荐值	17
图 20: QPST 连接 DM 口.....	18
图 20: QACT 主界面	19
图 20: QACT DSP 界面.....	20
图 20: QACT 通话中 DSP 界面.....	21
图 20: SMECNS GENERIC VIEW.....	22
图 20: SMECNS AF_COEFFS 视图	23

1 引言

本文档介绍高通平台回音消除算法 SMECNS (Single-Mic Echo Cancellation and Noise Suppression) 的调试方法。

目前支持 SMECNS 回音消除算法的移远 LTE/LTE-A 通信模块包括：

- EC2x (EC25, EC21, EC20 R2.1, EC20 R2.0)
- EG06 (EG95,EG91,EP06,EM06)
- AG35

调试前需要安装的工具包括 QPST、QACT，关于 QACT 工具的使用方法，可以参考文档 **QACT 使用介绍.pdf**。

2 SMECNS-概述

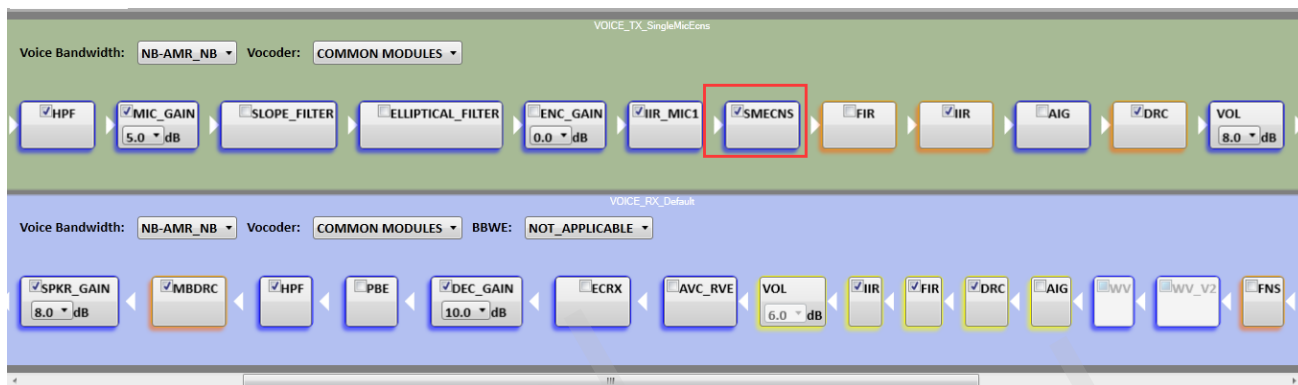


图 1: Audio 算法拓扑图

SMECNS 在 Tx 路径上的位置如图所示，它消除回音的原理是通过从自适应滤波器 AF，模拟 Rx 语音信号被 MIC 采集之后变成 Tx 回音的声学路径，再从 Tx 路径中消除掉回音的部分。

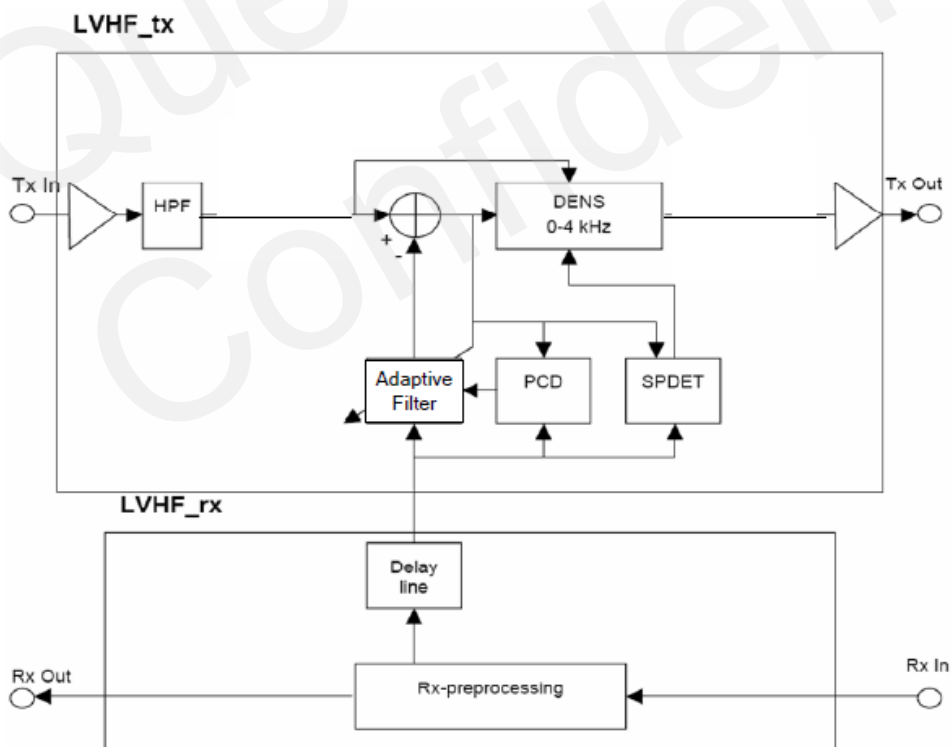


图 2: SMECNS Function Diagram

2.1. SMECNS 子模块

■ TX:

- 麦克风滤波器 HPF (High-Pass Filter) ——滤除 MIC 上行信号中的直流或者低频噪声成分。
- 自适应滤波器 AF (Adaptive Filter) ——模拟 Speaker 和 MIC 之间的线性声学路径。
- 回声通路变化侦测 PCD (Path Change Detector) ——侦测 Speaker 和 MIC 之间的声学路径的改变。
- 语音侦测 SPDET (Speech Detector) ——侦测远端/近端的语音活动，并根据侦测结果去激活非线性回音抑制算法。
- 动态回声和噪声消除 DENS (Dynamic Echo and Noise Suppression) ——消除 AF 之后的残余回声以及抑制固定的背景噪声。

■ RX:

- 可编程延迟 echo_path_delay——补偿回音路径上可能存在的 delay 时间，包含语音上下行路径上的 I/O 缓冲、filter、声音加工处理、AD/DA 转换以及 Speaker 和 MIC 之间传播路径的时间。
- RX-preprocessing——包含 NLPP_limit、NLPP_gain、AF_limit

3 EC 调试

3.1. Echo_path_delay

在任何带有回声的系统中，原始声音和回声之间有一个固定的延迟时间，例如一部手机，回音延迟时间由 AD/DA 转换、各种数字滤波器、audio I/O 缓冲、DSP 处理算法、喇叭和麦克风之间声音传播路径等因素决定。

当 AF 滤波器工作在非回声延迟周期内，那么 AF 滤波器的工作效果将大大浪费，甚至导致 AF 滤波器完全无法起效，表现的现象就是回传给网络的回声信号完全没有被抑制，还被 Tx_gain 放大到接近甚至超过正常 Tx 声音信号。一般在模块有使用 PCM 接口或其他音频接口连接到外部 codec 或者其他 audio DSP 的时候，需要根据实际的 echo delay time 来设定 echo_path_delay 的值。9x07/9x40 平台支持的 echo_path_delay 范围是 0~512，当设置超过这个范围时，算法可能会崩溃，出现不可预知的错误。

调试 echo_path_delay 的目标是，要将 echo_path_delay 的设定值调试到刚好稍小于真实的固有回音延迟时间，这样才能保证 AF 滤波器在设定的 delay 时间后工作，正好工作在实际的回音延迟周期内，过小或者过大的 echo_path_delay 设定，都会导致 AF 滤波器没有工作在实际的回音延迟周期内。

3.2. AF 滤波器调试流程

3.2.1. AF 滤波器波形

通过 QACT 工具连接到模块，在 DSP 模式中进行调试，如下图，进入 **DSP Calibration** 模式，选择正确的 **Audio use case**（SMECNs 等大多数算法左上角有打钩）

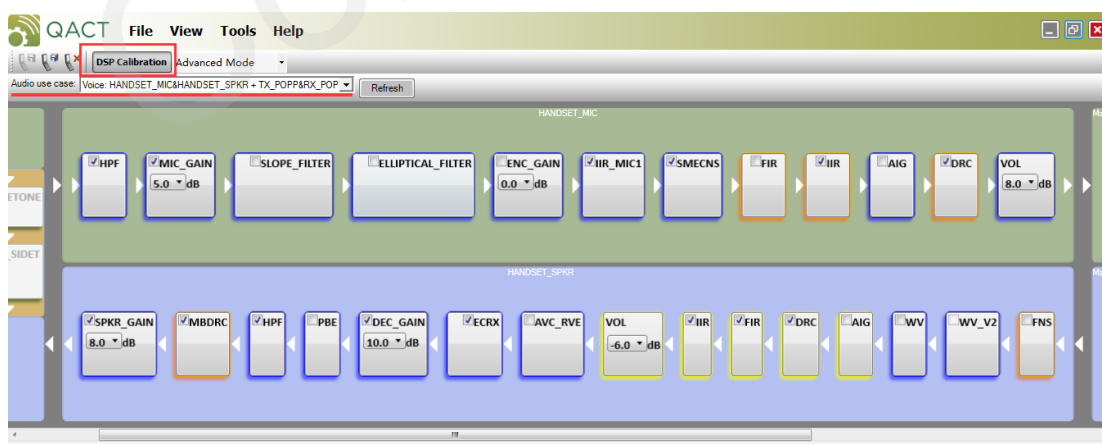


图 3：高通 Audio DSP Calibration 界面

双击打开 SMECNs 算法，勾选 **Show Advanced Parameters** 选项可以显示算法所有参数。

GenericView 用来查看算法参数以及赋值；**AF_COEFFS** 界面可以查看 AF 滤波器图形。在这两个界面间切换时，可以刷新 AF_coeffs 的波形。

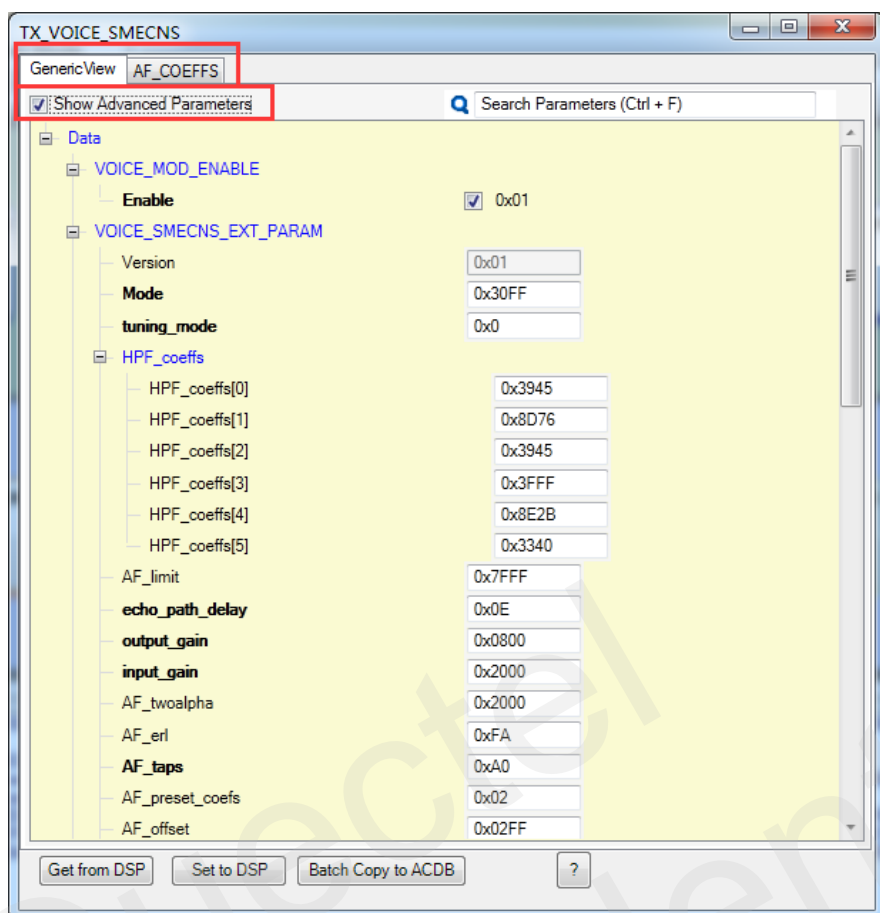


图 4: SMECNS 算法参数界面

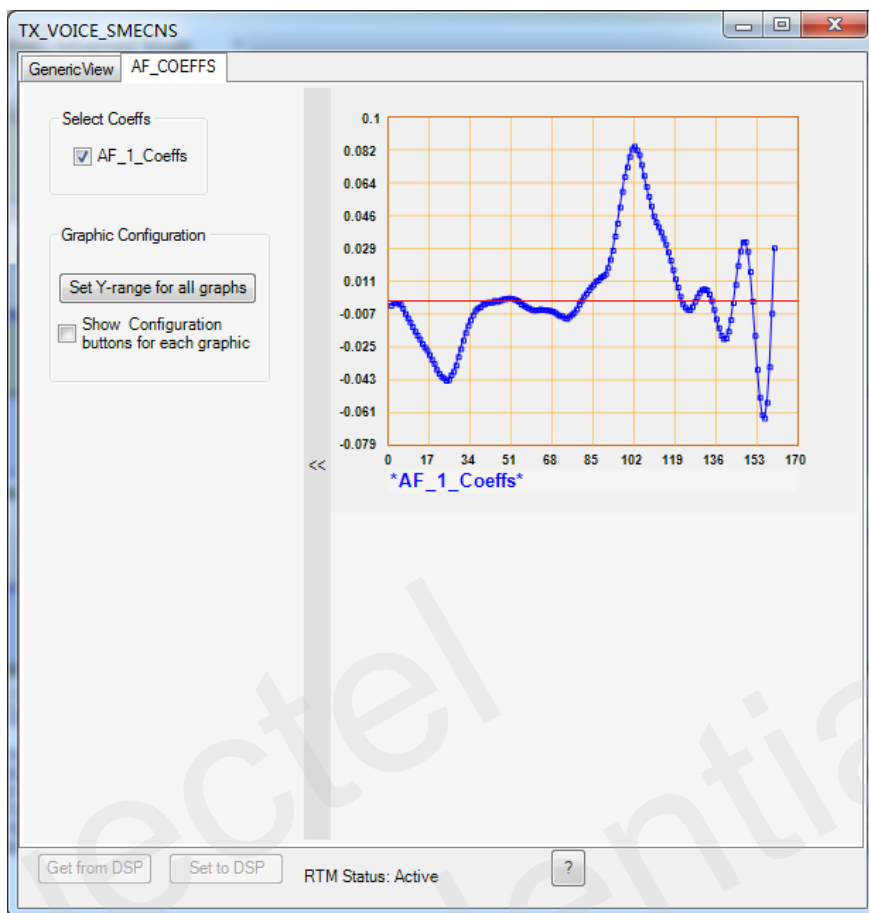


图 5: AF_COEFFS 界面

在远端有说话的时候，AF 滤波器的波形会有变化，当参数合适的时候，滤波器的波形会固定不动。

比较好的 AF 波形应该是类似图 6 这种，有一段波形起伏明显且峰值不超过 ± 1 ，前后都接近 0（前后导 0），在这种波形下，测试 echo 结果一般都非常好，DENS 尾音抑制参数可以设置很低。

如果 AF 波形不正常，则回音抑制效果必然很差，这时就需要调试 echo path delay 以及 AF 滤波器的参数。类似图 7 这种 AF 波形，则对回音基本没有抑制，这时要消除回音，只能增加 DENS 尾音抑制，牺牲双讲性能。

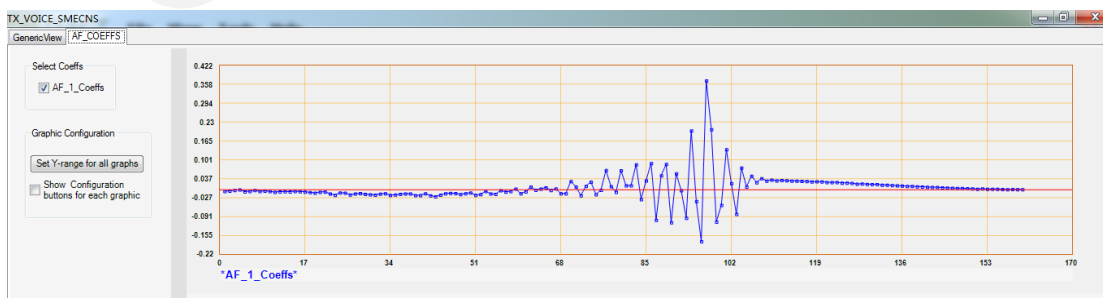


图 6: 比较好的 AF_COEFFS 波形

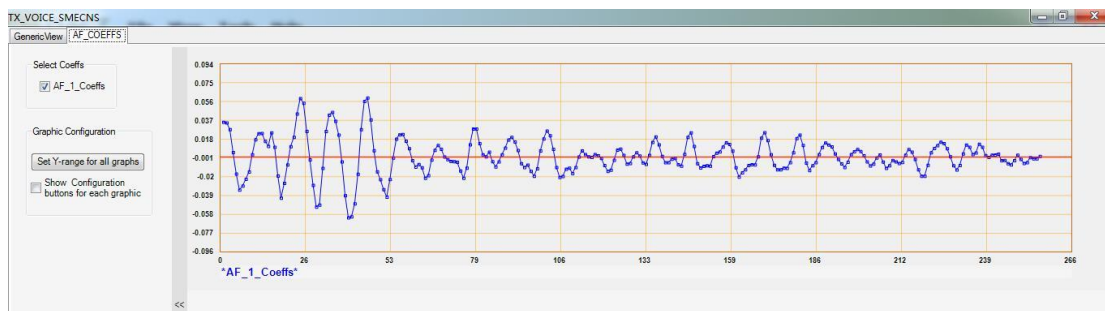


图 7：比较差的 AF_COEFFS 波形

3.2.2. Echo_path_delay

Echo_path_delay 的值会影响这个 AF 波形在横坐标上的位置，值设置越小，波形往左移动；值设置越大，波形往右移动。调试中至少要保证 AF 采样到的回音波形有完整出现在这个界面中，最好的效果是波形的先导 0 刚好在横坐标 0 的位置。

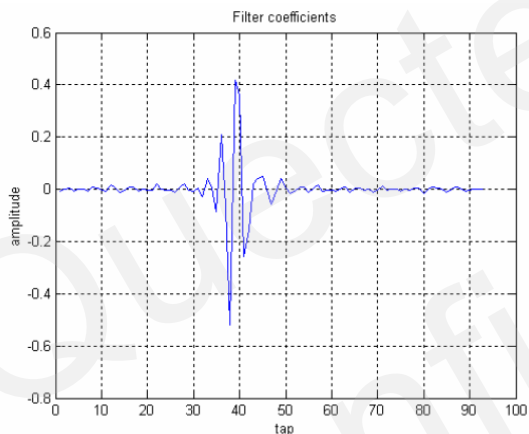


图 8：Echo_path_delay 值偏大

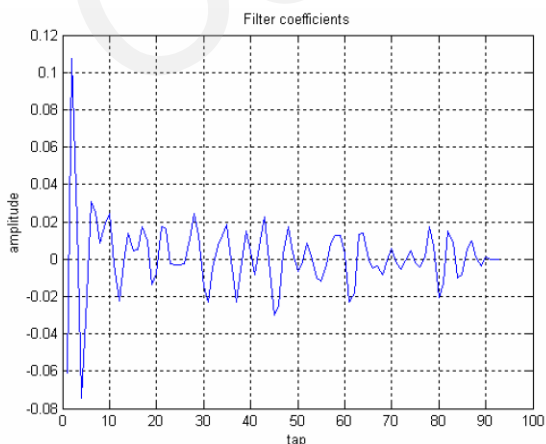


图 9：Echo_path_delay 值过小

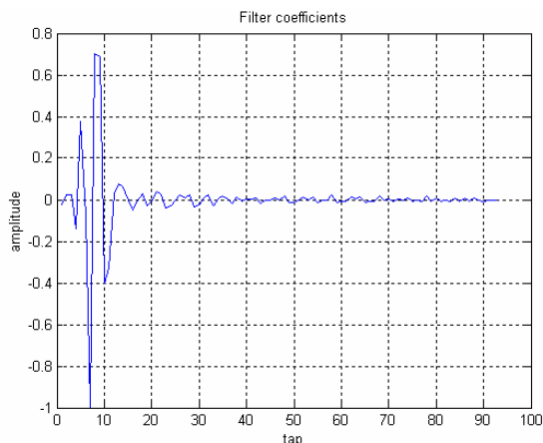


图 10: Echo_path_delay 值设置正确

3.2.3. AF_taps、AF_eri、AF_twoalpha

AF_taps 的值代表 AF 滤波器上采样点的个数，比如设置 AF_taps 为 0x10 时，AF 滤波器中看到只有 16 个点，这时 AF 滤波器也无法正常模拟回音，测试回音 fail。

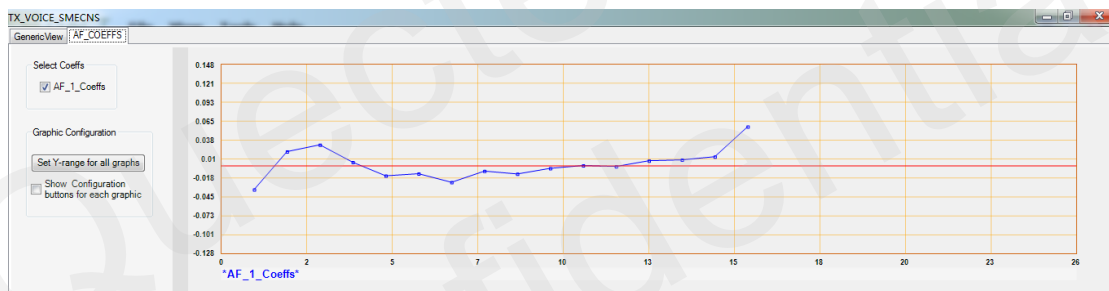


图 11: AF_taps 设置为 0x10

因为采样点的增加会相应增加 AF 滤波器的运算时间，所以如果 AF_taps 值增加，AF 波形会往右移动，这时可以适当减小 echo_path_delay 值。AF_taps 值减小，AF 波形会往左移动，就需要更大的 echo_path_delay 值去调整 delay time。（在 AF_taps 值较大的时候，由于 AF 滤波器本身运算延迟大，所以可能出现 echo_path_delay 设置到 0 依然过大的情况，这时候可以适当降低 AF_taps）。通常情况下 AF_taps 使用高通推荐值就能很好工作。

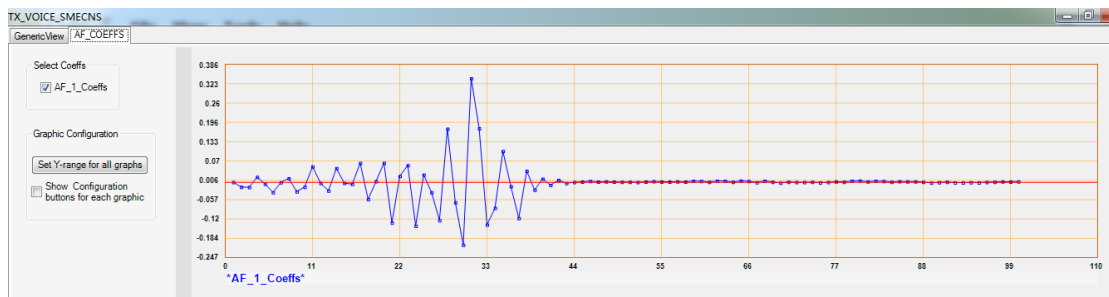


图 12: 调节 echo_path_delay 以及 AF 参数使 AF 滤波器效果最优

AF_eri 是 AF 滤波器的自适应波长，在增大这个值的时候，会提升回音抑制的效果，设置过大会导致 AF 的收敛时间过长，推荐使用 0x100。

AF_twoalpha 值会影响到 AF 采样波形的准确性, 值减小的时候, 线性回音抑制效果会降低, 推荐使用默认值 0x2000。

在同样的环境和参数下, AF_twoalpha 设置为 0x20 时, echo 测试 -1.29dB; AF_twoalpha 设置为 0x200 时, echo 测试 66.91dB。

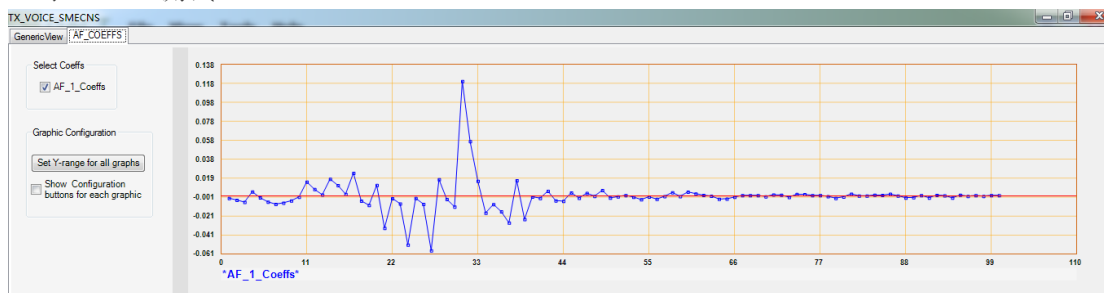


图 13: AF_twoalpha 设置偏低

3.2.4. Bitatek 手机 AF 调试示例

如图 14、图 15 所示为 Bitatek 手机在相同环境下, 调整参数前后 AF 波形。

由于 Bitatek 手机使用 EC25 模块 PCM 接到他们的高通 CPU, CPU 内也有 Audio DSP 增加了处理时间, 导致回音 Delay 时间超出了 AF 滤波器设置的 delay 时间。

在关闭了 CPU 内部分 Audio 算法后, 调整 EC25 echo_path_delay 以及 AF 参数后, DENS 的尾音抑制可以设置到 0x0FA0 都不会有回音 fail, 而在原始波形下, 需要增加 DENS 尾音抑制参数达到 0x6000 以上才能消除回音, 代价是完全牺牲双讲。

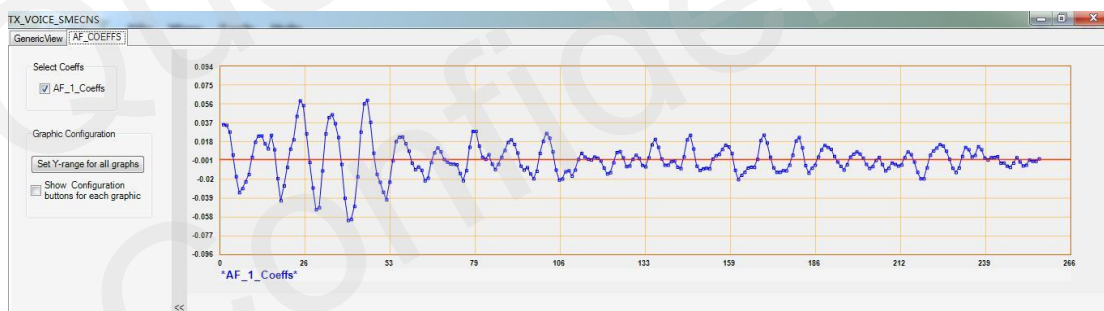


图 14: Bitatek 手机原始参数 AF 波形

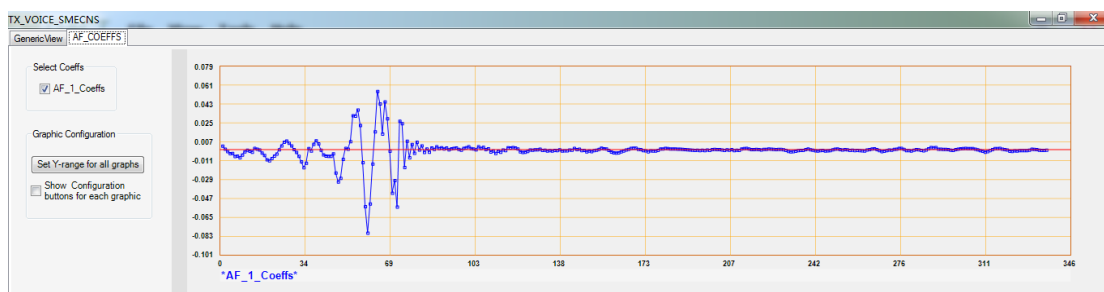


图 15: Bitatek 手机调试后 AF 波形

3.2.5. 关于 AF 的增益调试

按照 SMECNs 算法要求, Rx 路径上的 X[k]要大于 Tx 路径上的 Z[k]信号增益, 才能保证 AF 滤波器很

好消除回音。

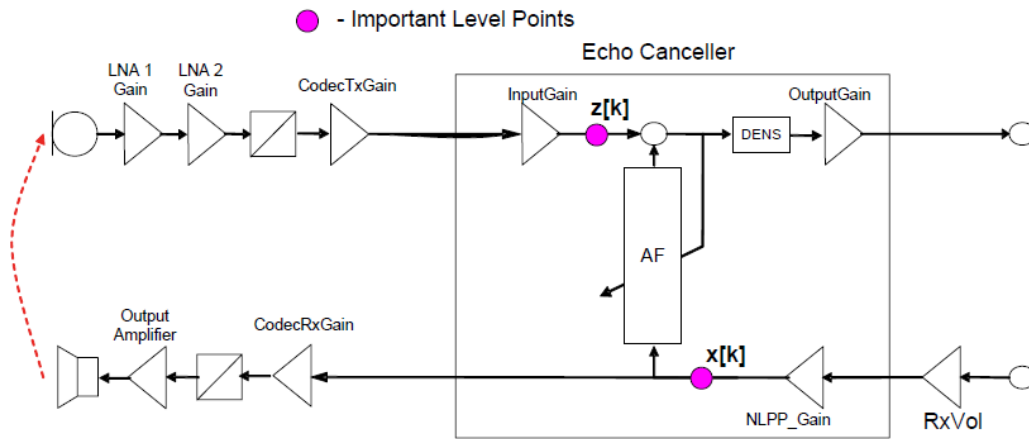


图 16: Echo path 增益图

我们可以通过 AF 滤波器的波形来判断，当波形的峰值超过 ± 1 的时候，就表明 $Z[k] > X[k]$ ，

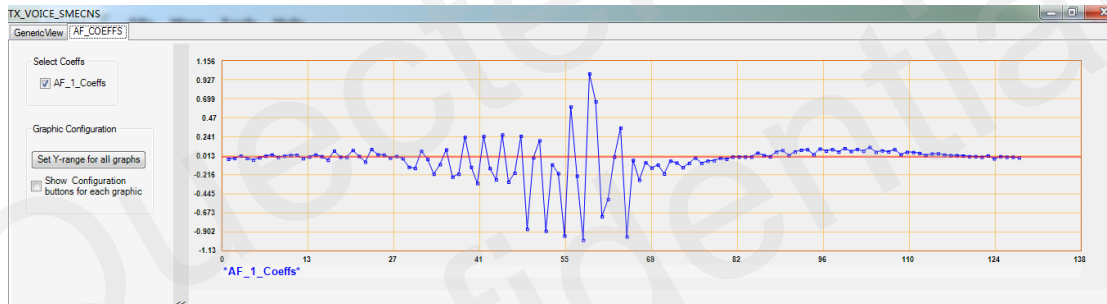


图 17: $Z[k] > X[k]$ 时 AF 滤波器

当 $Z[k] > X[k]$ 时我们需要去降低 Tx 路径上、SMECNS 之前的增益，如图 16 中，可以降低 LNA1 gain、LNA2 gain、CodecTxGain 这 3 级增益，这里 LNA1 和 LNA2 代表 codec 的增益，LNA1 是最靠近 MIC 输入的模拟增益；CodecTxGain 是指模块内的增益，AT+QMIC 的第二个参数。一般是保持 LNA2 gain 在三个增益中最低。

降低了 Tx 增益之后，可以通过适当增加 Output_Gain 来补偿 SLR，使上行音量保持原先状态。

也可能需要增加 $X[k]$ 之前的 NLPP_Gain 来达到 $X[k] > Z[k]$ ，这时需要降低 CodecRxGain 来使 RLR 保持平衡。

AF 滤波器的峰值最好留有一定裕量，保持在 ± 0.8 以下最好。

4 EEC 参数

4.1. EEC 参数

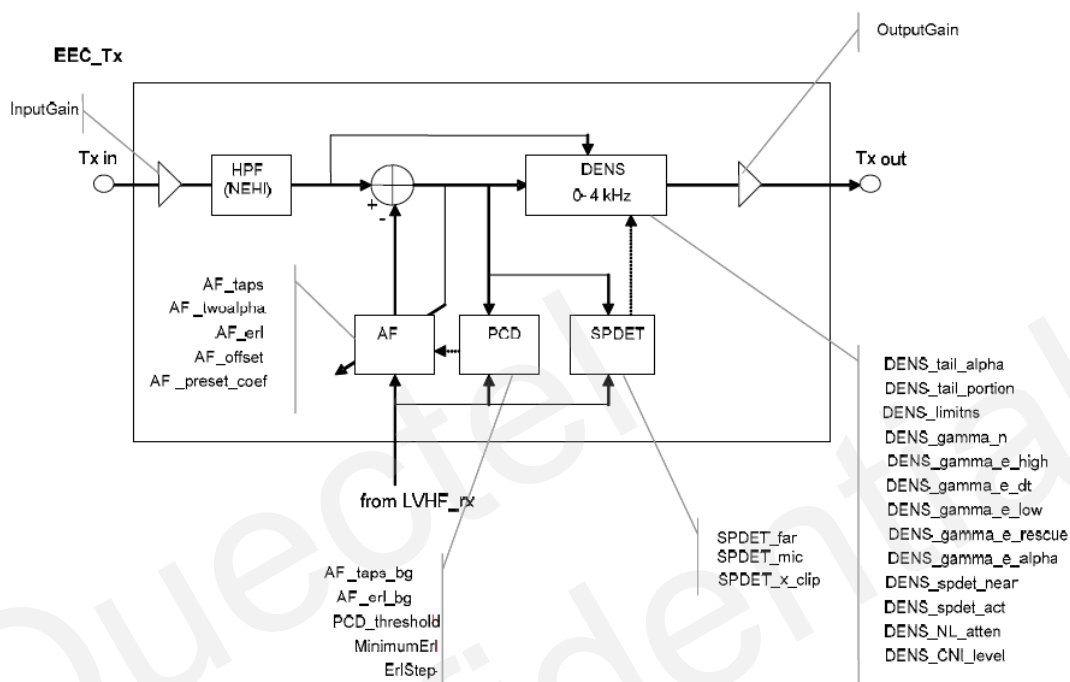


图 18: EEC_Tx 参数

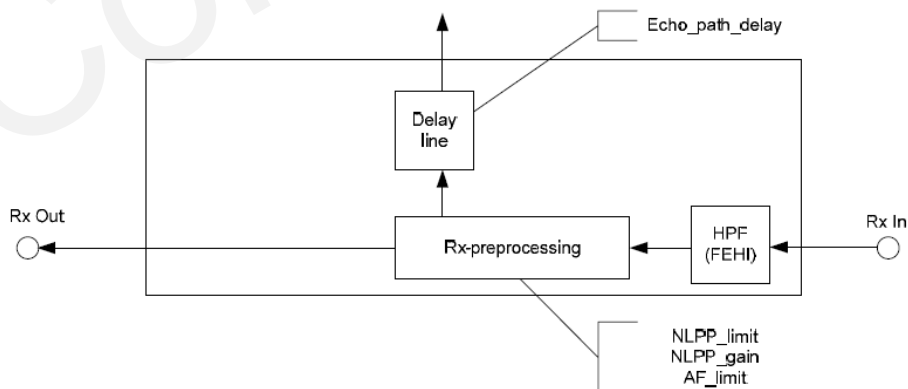


图 19: EEC_Rx 参数

4.2. EEC 参数推荐值

Parameter	Value	Parameter	Value	Parameter	Value
Version	0x01	PCD_threshold	0x4650	WB_echo_ratio	0x1000
Mode	0x30FF	minimum_erl	0x40	WB_gamma_n	0x0300
tuning_mode	0x0	erl_step	0x4650	WB_gamma_e	0x0300
HPF_coeffs[0]	0x3945	SPDET_far	0x4E20	max_noise_floor	0x0800
HPF_coeffs[1]	0x8D76	SPDET_mic	0x4E20	det_threshold	0x63
HPF_coeffs[2]	0x3945	SPDET_xclip	0x0200	WB_tail_alpha	0x1770
HPF_coeffs[3]	0x3FFF	DENS_tail_alpha	0x0FA0	WB_tail_portion	0x0FA0
HPF_coeffs[4]	0x8E2B	DENS_tail_portion	0x0FA0	reserved	0x0
HPF_coeffs[5]	0x3340	DENS_gamma_e_alpha	0x0	AF_PostGain	0x0800
AF_limit	0x7FFF	DENS_gamma_e_high	0x0200	AF_High_limit	0x7FFF
echo_path_delay	0x0	DENS_gamma_e_dt	0x0100	AF_High_taps	0x64
output_gain	0x0800	DENS_gamma_e_low	0x0100	AF_High_twoalpha	0x2000
input_gain	0x2000	DENS_gamma_e_rescue	0x0400	AF_High_erl	0x0200
AF_twoalpha	0x2000	DENS_spdet_near	0x0400	AF_High_offset	0x02FF
AF_erl	0xFA	DENS_spdet_act	0x0300	WB_Echo_Scale	0x0
AF_taps	0x64	DENS_gamma_n	0x0200	Rx_Ref_Gain	0x2000
AF_preset_coefs	0x02	DENS_NFE_blocksize	0xC8	NumPresetFilterTaps	0x01
AF_offset	0x02FF	DENS_limit_NS	0x1200	Reserved	0x0
AF_erl_bg	0x40	DENS_NL_atten	0x64	PresetFilterCoeffs[0]	0x0
AF_taps_bg	0x20	DENS_CNI_level	0x400		

图 20: EEC 参数推荐值

调试中我们建议使用推荐参数作为基础进行调试，在推荐参数的基础上，根据调试需要来改变部分关键参数的值，这样可以避免调试过程出现不可知的异常。

4.3. EEC 详细参数介绍

关于 EEC 详细的参数介绍，可以查看高通文档 CL93-V1638-2_Enhanced Echo Cancellation and Noise Suppression Tuning.pdf。

5 调试工具 QACT 使用介绍

5.1. 连接模块调试 DSP

5.1.1.1. QPST

打开 QPST，连接上模块 USB 的 DM 口。

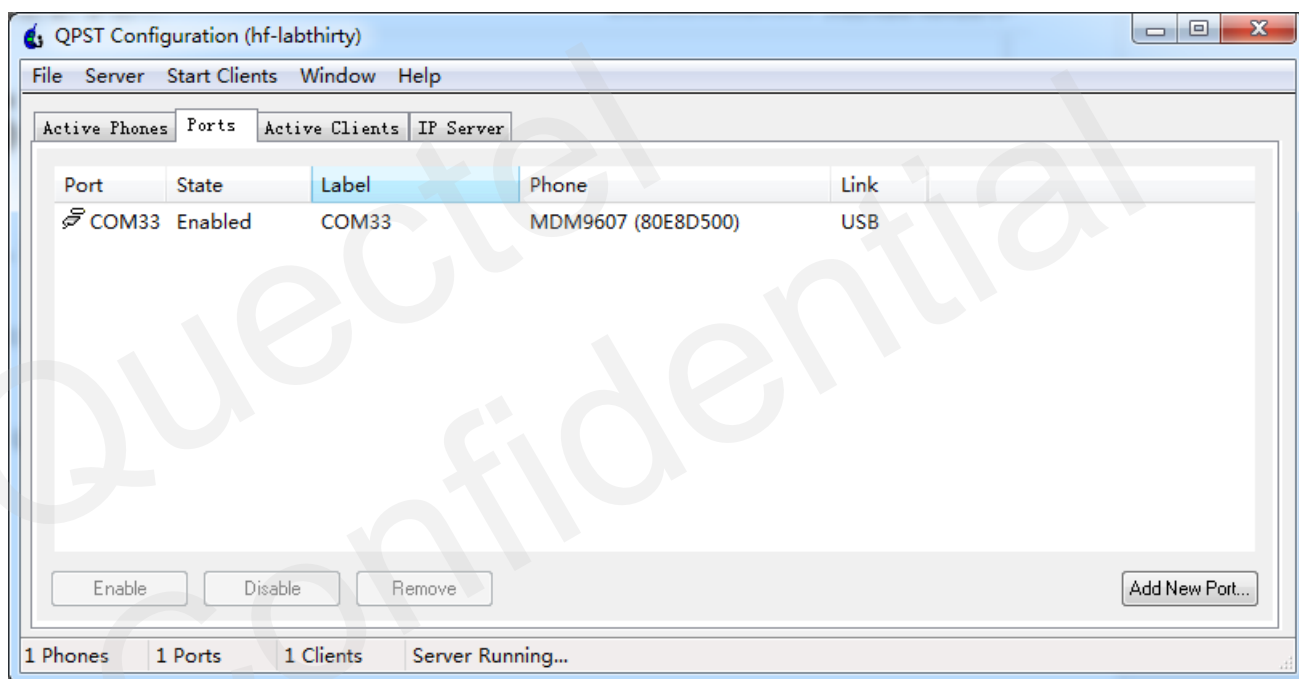


图 21: QPST 连接 DM 口

5.1.1.2. QACT

QACT 是高通的音频调试工具，打开 QACT 连接到模块。



图 22: QACT 主界面

连接上模块之后，选择 DSP 校准、高级模式，在通话中就会显示当前 DSP 调用的音频参数。

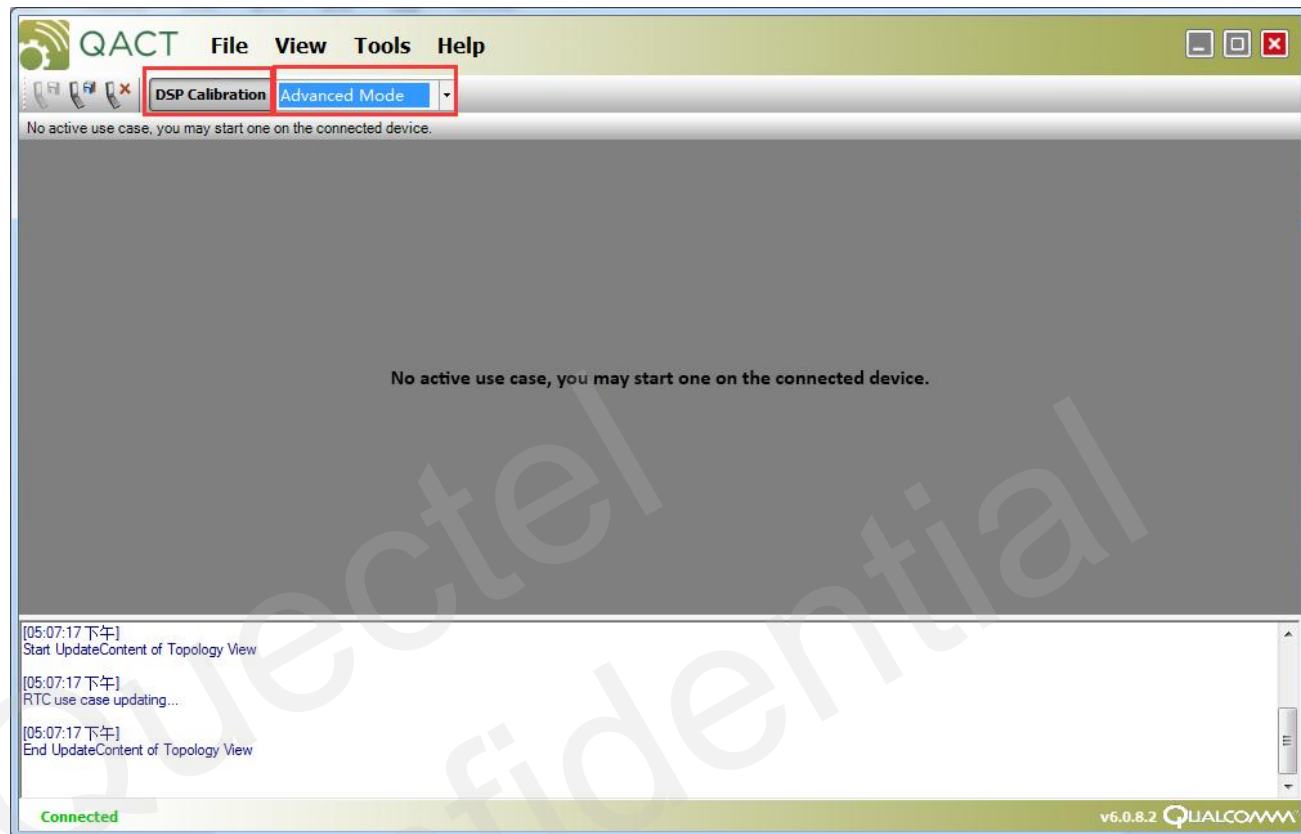


图 23: QACT DSP 界面

5.1.1.3. SMECNS 调试

通话中，在 DSP 模式下打开 SMECNS 算法。

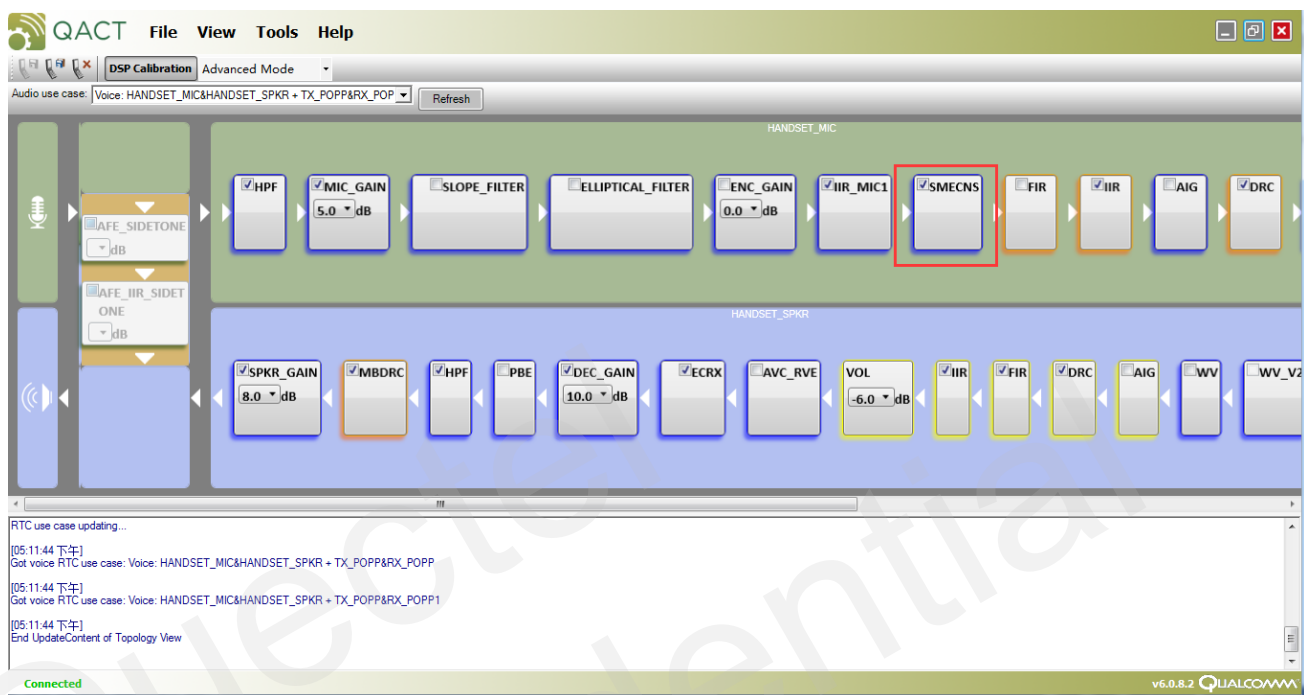


图 24: QACT 通话中 DSP 界面

在打开的SMECNs界面中，有两页视图：

- **Generic View**中显示回音算法和抑噪算法的参数，在这里改变参数，点击Set To DSP可以立刻生效。

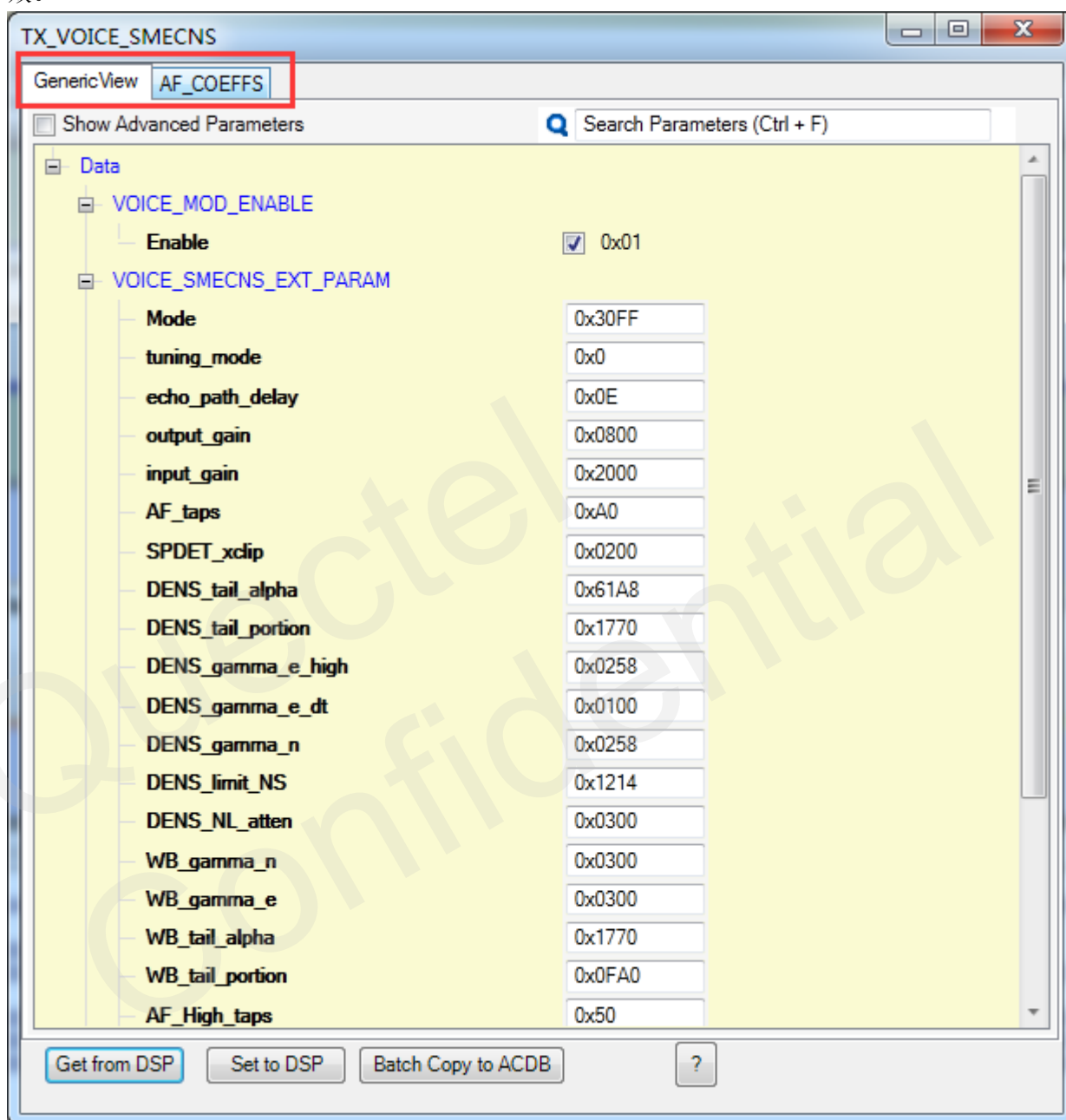


图 25: SMECNs Generic View

- AF_COEFFS 视图可以检查自适应滤波器的状态，需要在远端有语音过来的时候来查看。

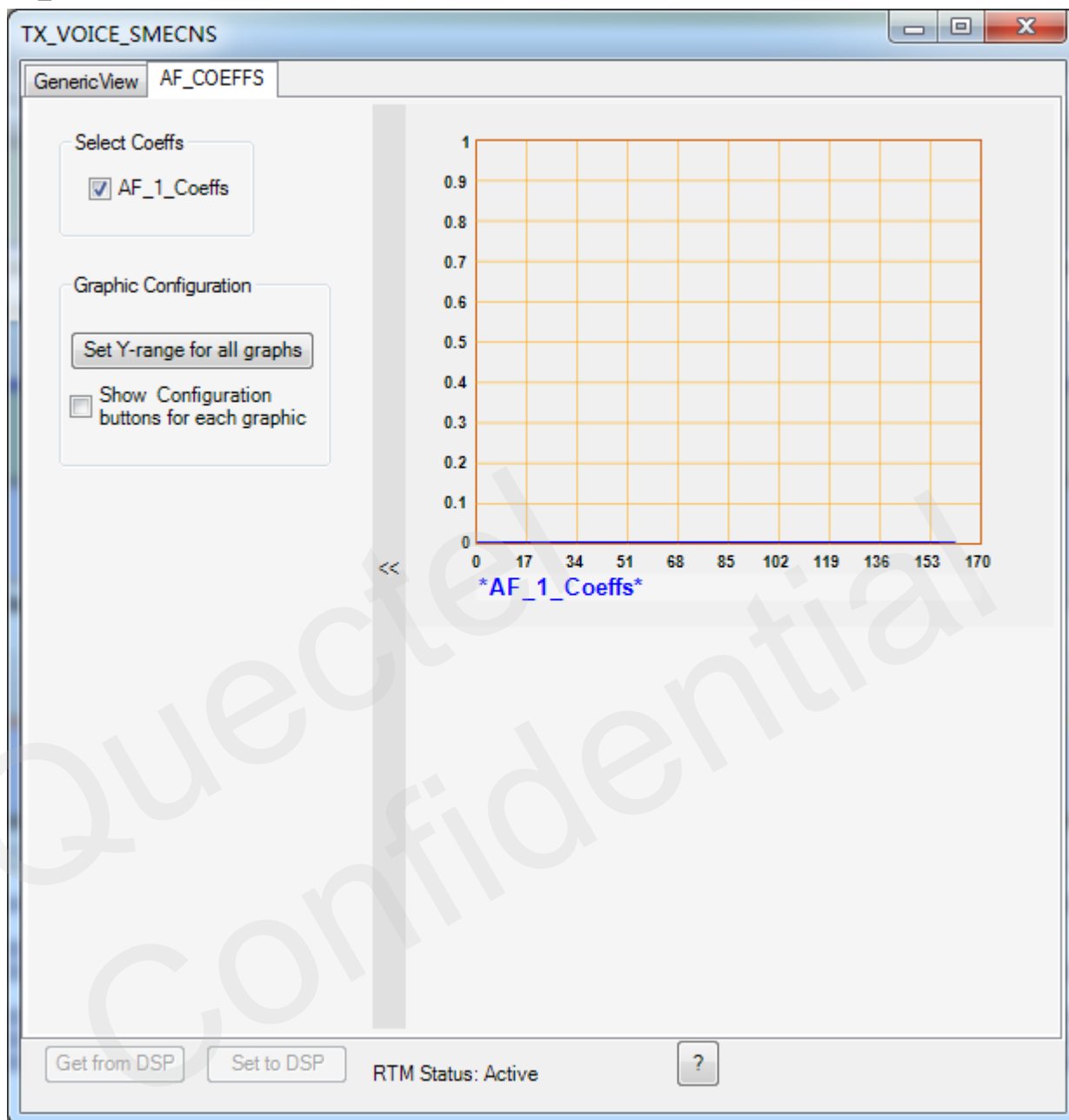


图 26: SMECNS AF_COEFFS 视图

6 附录 A

表 1：术语和缩写

Abbreviation	Description
AF	Adaptive Filter
DENS	Dynamic Echo and Noise Suppression
EEC	Enhanced Echo Canceller
HPF	High-Pass Filter
PCD	Path Change Detector
SPDET	Speech Detector
SMECNS	Single-Mic Echo Cancellation and Noise Suppression